



**Programa de las
Naciones Unidas
para el Medio Ambiente**

Distr.: General
8 de marzo de 2005

Español
Original: Inglés

**Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo
sobre contaminantes orgánicos persistentes**

Primera reunión

Punta del Este, Uruguay, 2 a 6 de mayo de 2005

Tema 6 c) del programa provisional*

**Cuestiones que se someterán a la Conferencia de las
Partes o respecto de las cuales deberá adoptar una
decisión: medidas para reducir o eliminar las liberaciones
derivadas de la producción no intencional: directrices
técnicas para la gestión ambientalmente racional de los
contaminantes orgánicos persistentes**

**Directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de los
contaminantes orgánicos persistentes elaboradas en el marco del
Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos
transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación ****

Nota de la secretaría

1. En el anexo I de la presente nota figura una carta dirigida por la Sra. Sachiko Kuwabara – Yamamoto, Secretaria Ejecutiva de la secretaría del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, al Sr. John Buccini, Secretario Ejecutivo interino del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, en relación con la transmisión a la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo de las directrices relativas a los desechos de contaminantes orgánicos persistentes, aprobadas por la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea en su séptima reunión.

* UNEP/POPS/COP.1/1.

** Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, Artículo 6, párrafos 1 d) y 2; Acta Final de la Conferencia de Plenipotenciarios para el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, Estocolmo, 22 y 23 de mayo de 2001 (UNEP/POPS/CONF/4), apéndice I, resolución 5; Informe del Comité Intergubernamental de Negociación de un instrumento internacional jurídicamente vinculante para la aplicación de medidas internacionales respecto de ciertos contaminantes orgánicos persistentes sobre la labor realizada en su sexto período de sesiones (UNEP/POPS/INC.6/22), anexo I, decisión INC-6/5; Informe del Comité Intergubernamental de Negociación sobre la labor realizada en su séptimo período de sesiones (UNEP/POPS/INC.7/28), anexo I, decisión INC-7/6.

K0581520(S) 290405 290405

Para economizar recursos, sólo se ha impreso un número limitado de ejemplares del presente documento. Se ruega a los delegados que lleven sus propios ejemplares a las reuniones y eviten solicitar otros.

2. En el anexo II de la presente nota figuran las directrices técnicas generales para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos (COP), aprobadas por la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea en su séptima reunión.
3. En el anexo III de la presente nota figuran las directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) y bifenilos polibromados (PBB), que los contengan o que estén contaminados por éstos, aprobadas por la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea en su séptima reunión.

Anexo I

Carta dirigida por la secretaria Ejecutiva de la Secretaría del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación al Secretario Ejecutivo interino del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes en relación con la transmisión a la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo de las directrices relativas a los desechos de contaminantes orgánicos persistentes, aprobadas por la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea en su séptima reunión

[Traducido del inglés]

28 de febrero de 2005

Re: Transmisión de las directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de contaminantes orgánicos persistentes (COP)

Estimado Sr. Buccini:

Tengo el honor de informarle que, en virtud de la decisión VII/13, la séptima reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea, que se celebró en octubre de 2004 en Ginebra, aprobó las siguientes directrices técnicas:

- i) Directrices técnicas generales para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes (COP), que los contengan o estén contaminados con ellos; y
- ii) Directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en bifenilos policlorados, terfenilos policlorados o bifenilos polibromados, que los contengan o estén contaminados con ellos.

En cumplimiento de lo dispuesto en el párrafo 3 de la decisión VII/13, y de conformidad con el párrafo 2 del artículo 6 del Convenio de Estocolmo, transmito a la primera reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, por conducto de la secretaría del Convenio de Estocolmo, las directrices técnicas mencionadas para su examen.

En ese sentido, deseo informarle que el Convenio de Basilea todavía está elaborando las directrices técnicas que figuran a continuación, con la intención de haberlas completado para que se aprueben en la octava reunión de la Conferencia de las Partes, que se celebrará en 2006:

- i) Directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en aldrina, clordano, dieldrina, endrina, hexaclorobenceno, heptacloro, mirex o toxafeno, que los contengan o estén contaminados con ellos;
- ii) Directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en dibenzoparadioxinas policloradas (PCDD) y dibenzofuranos policlorados (PCDF), que los contengan o estén contaminados con ellos; y
- iii) Directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), que lo contengan o estén contaminados con éste.

Aprovecho la oportunidad para expresar mi más sincero agradecimiento a todas las Partes en el Convenio de Estocolmo y a la secretaría del Convenio de Estocolmo, así como a la División de Productos Químicos del PNUMA, por su activa participación y muy valiosa contribución a la elaboración de esas directrices técnicas. Gracias a esa adhesión se logró coherencia en los textos y productos de gran calidad. Seguiremos recibiendo con agrado su participación y cooperación en este campo, así como en la aplicación efectiva de esas directrices técnicas en los niveles nacional y regional.

Lo saluda atentamente,

Sachiko Kuwabara – Yamamoto
Secretaria Ejecutiva
Secretaría del Convenio de Basilea/PNUMA

Mr. John Buccini
Head
UNEP Chemicals
11-13 Chemin des Anémones
1219 Châtelaine/Geneva

Anexo II

Directrices técnicas generales para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos (COP)

Índice	<i>Pág</i>
I. Introducción	5
A. Ámbito	5
B. Generalidades sobre los COP	6
II. Disposiciones pertinentes de los convenios de Basilea y Estocolmo	6
A. Convenio de Basilea	6
1. Disposiciones generales	6
2. Disposiciones relativas a los COP	7
B. Convenio de Estocolmo	10
1. Disposiciones generales	10
2. Disposiciones relativas a los desechos.....	10
III. Elementos sujetos al Convenio de Estocolmo que deben abordarse en cooperación con el Convenio de Basilea	12
A. Bajo contenido de COP	12
B. Niveles de destrucción y transformación irreversible	13
C. Métodos que constituyen una eliminación ambientalmente racional	14
IV. Orientaciones sobre la gestión ambientalmente racional (GAR)	14
A. Consideraciones generales	14
1. Convenio de Basilea	14
2. Convenio de Estocolmo	15
3. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.....	15
B. Marco legislativo y reglamentario	16
1. Fechas para la eliminación de la producción y el uso de los COP.....	16
2. Requisitos relativos a los movimientos transfronterizos	16
3. Especificaciones para contenedores, equipo, contenedores para graneles y lugares de almacenamientos que contengan COP	17
4. Salud y seguridad	17
5. Especificación de métodos analíticos y de muestreo aceptables para los COP.....	18
6. Requisitos para las instalaciones de tratamiento y eliminación de desechos peligrosos	18
7. Requisitos generales para la participación del público.....	18
8. Lugares contaminados.....	18
9. Otros controles legislativos	18
C. Prevención y reducción al mínimo de desechos	19
D. Determinación e inventarios	20
1. Determinación	20

	2. Inventarios	20
E.	Muestreo, análisis y vigilancia	22
	1. Muestreo	23
	2. Análisis	23
	a) Elementos de las normas nacionales.....	24
	b) Ensayos de campo.....	24
	3. Vigilancia	25
F.	Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento	25
	1. Manipulación.....	25
	2. Recolección	26
	3. Embalaje.....	26
	4. Etiquetado.....	27
	5. Transporte.....	27
	6. Almacenamiento.....	27
G.	Eliminación ambientalmente racional	29
	1. Tratamiento previo	29
	a) Adsorción y absorción	29
	b) Desección	29
	c) Separación mecánica.....	30
	d) Mezcla.....	30
	e) Separación de aceite y agua	30
	f) Ajuste del Programa de Hábitat	30
	g) Trituración.....	30
	h) Lavado con disolventes.....	30
	i) Desorción térmica.....	30
	2. Métodos de destrucción y transformación irreversible	31
	a) Reducción por metal alcalino	31
	b) Descomposición catalizada por bases (DCB)	33
	c) Hidrodecloración catalítica (HDC).....	35
	d) Coincineración en horno de cemento	36
	e) Reducción química en fase gaseosa (RQFG).....	38
	f) Incineración de desechos peligrosos	40
	g) Reacción de decloración fotoquímica (DFQ) y reacción de decloración catalítica (DC)	41
	h) Arco de plasma	42
	i) Método del terc-butoxido de potasio.....	44
	j) Oxidación en agua supercrítica (OASC) y oxidación en agua subcrítica	44
	3. Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o transformación irreversible no representan la opción ambientalmente preferible	46
	a) Vertederos especialmente diseñados	47
	b) Almacenamiento permanente en minas y formaciones subterráneas	47
	4. Otros métodos de eliminación cuando el contenido de COP es bajo.....	48
H.	Saneamiento de los emplazamientos contaminados	48
	1. Identificación de los emplazamientos contaminados	48
	2. Saneamiento ambientalmente racional	49
I.	Salud y seguridad	49
	1. Situaciones de gran volumen, concentración elevada o alto riesgo.....	49

2. Situaciones de poco volumen, baja concentración o bajo riesgo	50
J. Medidas para hacer frente a situaciones de emergencia.....	51
K. Participación del público	51

Anexos

I. Instrumentos internacionales	53
II. Ejemplos de legislaciones nacionales pertinentes	54
III. Métodos analíticos seleccionados COP	56
IV. Economía de los métodos de destrucción y transformación irreversible.....	59
V. Referencias.....	62

Abreviaturas y siglas

AIP	alcohol isopropílico
CEPE	Comisión Económica para Europa
COP	contaminantes orgánicos persistentes
CSIRO	Commonwealth Scientific Industrial Research Organization Australia
DCB	descomposición catalizada por bases
DDT	1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano
DFQ	decoloración fotoquímica
ED	eficiencia de destrucción
EQT	equivalente tóxico
ERD	eficiencia de remoción de la destrucción
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FRTR	Federal Remediation Technologies Roundtable (Estados Unidos de América)
GAR	gestión ambientalmente racional
GTCA	Grupo de Trabajo de composición abierta del Convenio de Basilea
HCB	hexaclorobenceno
HDC	hidrodecoloración catalítica
IATA	Asociación del Transporte Aéreo Internacional
ISO	Organización Internacional de Normalización
MPA	mejores prácticas ambientales
MTD	mejores técnicas disponibles
OASC	oxidación en agua supercrítica
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
OMI	Organización Marítima Internacional
PBB	bifenil polibromado
PCB	bifenil policlorado
PCDD	dibenzo-p-dioxinas policloradas
PCDF	dibenzofuranos policlorados
PCT	terfenil policlorado
Pd/C	paladio sobre carbono
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PRT	procesador de reducción térmica por lotes
RQFG	reducción química en fase gaseosa
SPDL	sistema de precalentamiento de desechos líquidos
t BuOK	terc-butoxido de potasio

Unidades de concentración

mg/kg	miligramo(s) por kilogramo. Corresponde en masa a partes por millón (ppm)
µg/kg	microgramo(s) por kilogramo. Corresponde en masa a partes por mil millones (ppb)
ng/kg	nanogramo(s) por kilogramo. Corresponde en masa a partes por billón (ppt)
Mg	Megagramo (1.000 kg o una tonelada)
kg	kilogramo
mg	miligramo
ng	nanogramo
Nm ³	metro cúbico normal; se refiere a gas seco, 101,3 kPa y 273,15 K
kW	kilovatio –
kWh	kilovatio – hora
MJ	megajulio
millón	10 ⁶
millones	10 ⁹
billón	10 ¹²
ppm	partes por millón
ppb	partes por mil millones
ppt	partes por billón

Nota: El término inglés “management” se traduce en el Convenio de Basilea al español como “gestión”, en el Convenio de Estocolmo como “manejo”. Por razones de coherencia se ha adoptado para las presentes Directrices la traducción “gestión”

I. Introducción

A. Ámbito

1. Estas directrices técnicas generales ofrecen orientación para la gestión ambientalmente racional (GAR) de los desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes (COP), que los contengan o estén contaminados con ellos, de conformidad con las decisiones V/8, VI/23 y VII/13 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, I/4, II/10 y III/8 del Grupo de Trabajo de composición abierta del Convenio de Basilea (GTCA), con la resolución 5 de la Conferencia de Plenipotenciarios para el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, y con las decisiones INC-6/5 e INC-7/6 del Comité Intergubernamental de Negociación de un instrumento internacional jurídicamente vinculante para la aplicación de medidas internacionales respecto de ciertos contaminantes orgánicos persistentes. La Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo considerará las directrices de conformidad con el párrafo 2 del artículo 6 de ese Convenio.

2. Se han elaborado, o se elaborarán, directrices técnicas específicas sobre cada una de las categorías de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos que figuran a continuación:

- a) Bifenilos policlorados (PCB); estas directrices técnicas incluyen también los terfenilos policlorados (PCT) y los bifenilos polibromados (PBB) que son objeto del Convenio de Basilea pero que no son COP objeto del Convenio de Estocolmo;
- b) Plaguicidas que son COP, aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), mírex y toxafeno;
- c) HCB como producto químico industrial¹;
- d) 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano (DDT); y
- e) Dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD) y dibenzofuranos policlorados (PCDF), así como PCB y hexaclorobenceno (HCB) producidos de forma no intencional.

3. Las orientaciones que figuran en este documento tienen por finalidad proporcionar una orientación general independiente, así como lo que podría denominarse una orientación de carácter "totalmente general" para que se utilicen conjuntamente con las directrices técnicas específicas.

4. A esos fines, estas directrices técnicas generales proporcionan:

- a) Orientaciones generales sobre la gestión de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos; y
- b) Un marco para abordar las cuestiones a que se hace referencia en el párrafo 2 del artículo 6 del Convenio de Estocolmo (véase la subsección 2 de la sección B, del capítulo II, sobre disposiciones del Convenio de Estocolmo relativas a los desechos).

5. Las consideraciones relativas a la eliminación ambientalmente racional de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos expuestas en estas directrices incluyen el tratamiento previo dada su posible importancia para determinar el método de eliminación. Las directrices proporcionan también orientación sobre la reducción o la eliminación de liberaciones en el medio ambiente procedentes de los procesos de eliminación y tratamiento de desechos.

6. Cabe señalar que las orientaciones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) y las mejores prácticas ambientales (MPA), en la medida en que son aplicables a la prevención o a la reducción al mínimo de la formación y liberación de COP de forma no intencional a partir de fuentes antropógenas enumeradas en el anexo C del Convenio de Estocolmo, están estipuladas en el citado Convenio y se encuentran en el proceso de elaboración por un grupo de expertos nombrado a esos efectos por el

¹ El HCB se ha incluido en la lista tres veces para reflejar su triple condición de producto químico industrial, plaguicida (fungicida) y COP producido de forma no intencional.

Comité Intergubernamental de Negociación del Convenio de Estocolmo en su sexto periodo de sesiones.

B. Generalidades sobre los COP²

7. La mayor parte de las cantidades de COP son de origen antropógeno. Ciertas cantidades de algunos COP, como por ejemplo los enumerados en el anexo C del Convenio de Estocolmo, se producen también en procesos naturales.

8. Las características de los COP (toxicidad, persistencia y bioacumulación), su potencial de transporte a larga distancia y su presencia en todos los ecosistemas del mundo y en los seres humanos fueron el móvil para la creación del Convenio de Estocolmo. Asimismo, como se señala en la subsección 2 de la sección A del capítulo II *infra*, los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos están incluidos como desechos en los anexos I y VIII del Convenio de Basilea.

9. El tratamiento o la eliminación incorrectos de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos pueden dar origen a liberaciones de COP. Además, algunas tecnologías de eliminación pueden propiciar la formación y liberación no intencional de COP.

II. Disposiciones pertinentes de los convenios de Basilea y Estocolmo

10. Además de los convenios de Basilea y Estocolmo existen otros instrumentos internacionales relativos a los COP. En el anexo I figura una lista de esos instrumentos.

A. Convenio de Basilea

1. Disposiciones generales

11. El Convenio de Basilea, que entró en vigor el 5 de mayo de 1992, estipula que cualquier movimiento transfronterizo de desechos (exportación, importación o tránsito) se permite únicamente cuando el propio movimiento y la eliminación de los desechos peligrosos u otros desechos de que se trate se hace de forma ambientalmente racional.

12. En el párrafo 1 del artículo 2 ("Definiciones") del Convenio de Basilea se indica que "por desechos se entienden las sustancias u objetos a cuya eliminación se procede, se propone proceder o se está obligado a proceder en virtud de lo dispuesto en la legislación nacional". En el párrafo 4 se indica que por "eliminación se entiende cualquiera de las operaciones especificadas en el anexo IV" del Convenio. En el párrafo 8 se indica que por GAR de los desechos peligrosos o de otros desechos se entiende "la adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los desechos peligrosos y otros desechos se gestionen de manera que queden protegidos el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que puedan derivarse de tales desechos."

13. En el párrafo 1 del artículo 4 ("Obligaciones generales") se establece el procedimiento mediante el que las Partes al ejercer su derecho de prohibir la importación de desechos peligrosos u otros desechos para su eliminación comunicarán a las otras Partes de su decisión. En el apartado a) del párrafo 1 se indica que: "las Partes que ejerzan su derecho a prohibir la importación de desechos peligrosos y otros desechos para su eliminación, comunicarán a las demás Partes de su decisión de conformidad con el artículo 13." En el apartado b) del párrafo 1 se indica que: " las Partes prohibirán o no permitirán la exportación de desechos peligrosos u otros desechos a las Partes que hayan prohibido la importación de esos desechos, cuando dicha prohibición se les haya comunicado de conformidad con el apartado a)."

². Existe información adicional sobre las características de los COP procedente de varias fuentes como la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, el Programa de Acción Mundial para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra y el Programa internacional de seguridad de las sustancias químicas de la Organización Mundial de la Salud (1995) (véase el anexo V, Referencias del presente documento.

14. Los apartados a) a d) del párrafo 2 del artículo 4 contienen disposiciones fundamentales del Convenio de Basilea relativas a la GAR, la reducción al mínimo de desechos y prácticas de eliminación de desechos que mitigan los efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente:

"Cada Parte tomará las medidas apropiadas para:

- a) Reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y de otros tipos de desechos en ella, teniendo en cuenta los aspectos sociales, tecnológicos y económicos;
- b) Establecer instalaciones adecuadas de eliminación para la gestión ambientalmente racional de los desechos peligrosos y otros desechos, cualquiera que sea el lugar donde se efectúa su eliminación que, en la medida de lo posible, estará situado dentro de ella.
- c) Velar por que las personas que participan en la gestión de los desechos peligrosos y otros desechos dentro de ella adopten las medidas necesarias para impedir que esa gestión dé lugar a una contaminación y, en caso de que se produzca ésta, para reducir al mínimo sus consecuencias sobre la salud humana y el medio ambiente;
- d) Velar por que el movimiento transfronterizo de los desechos peligrosos y otros desechos se reduzca al mínimo compatible con una gestión ambientalmente racional y eficiente de esos desechos, y que se lleve a cabo de forma que protejan la salud humana y el medio ambiente de los efectos nocivos que puedan derivarse de ese movimiento."

2. Disposiciones relativas a los COP

15. En el artículo 1 ("Alcance del Convenio") se reseñan los tipos de desechos sujetos al Convenio de Basilea. El apartado a) del párrafo 1 del artículo 1 del Convenio contiene un proceso de dos etapas para determinar si un "desecho" es un "desecho peligroso" sujeto al Convenio. En primer lugar, un desecho debe pertenecer a cualquiera de las categorías enumeradas en el anexo I del Convenio ("Categorías de desechos que hay que controlar"). En segundo lugar, el desecho debe poseer al menos una de las características descritas en el anexo III del Convenio ("Lista de características peligrosas").

16. Entre los tipos de desechos descritos en el anexo I que pueden consistir en COP o que puedan contenerlos o estar contaminados con ellos cabe citar:

- Y2 Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos
- Y3 Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos
- Y4 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos
- Y5 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera
- Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos
- Y7 Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico las operaciones de temple
- Y8 Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados
- Y9 Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua
- Y10 Sustancias y artículos de desecho que contengan o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)
- Y11 Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico
- Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices
- Y13 Desechos resultantes de la producción y utilización de resinas, látex, plastificantes, colas y adhesivos
- Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
- Y16 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos
- Y17 Desechos resultantes del tratamiento de superficie de metales y plásticos
- Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales

- Y39 Fenoles; compuestos fenólicos con inclusión de clorofenoles
- Y40 Éteres
- Y41 Solventes orgánicos halogenados
- Y42 Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados
- Y43 Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados
- Y44 Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadióxinas policloradas
- Y45 Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

17. Los PCDD y los PCDF, por ejemplo, pueden producirse de forma no intencional durante la producción de clorofenoles que se hayan utilizado para la preservación de la madera, pinturas y colas, así como durante la fabricación de otros productos químicos y plaguicidas. Los PCDD y PCDF pueden encontrarse también en escorias y cenizas volantes producidas durante operaciones de eliminación de desechos industriales. Varios de los plaguicidas que son COP se han utilizado o se están utilizando como biocidas. Los PCB han tenido un uso generalizado en el pasado en aditivos para pinturas, adhesivos y plásticos. Los HCB se han utilizado como un producto intermedio o un aditivo en diversos procesos de fabricación, incluida la producción de caucho sintético, pirotecnia y municiones, tintes y pentaclorofenol. Además, se sabe que tanto los PCB como los HCB se forman mediante los mismos procesos que dan lugar a los PCDD y los PCDF.

18. Se supone que los desechos descritos en el anexo I poseen una o más de las características peligrosas descritas en el anexo III, que pueden incluir la H11 "Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)"; la H12 "Ecotóxicos"; y la H6.1 "Tóxicos (venenos) agudos" a menos que, por medio de "ensayos nacionales" pueda probarse que no poseen esas características. Los ensayos nacionales pueden ser útiles para determinar una característica peligrosa concreta descrita en el anexo III del Convenio hasta el momento en que se defina plenamente la característica peligrosa. Actualmente se están elaborando, en el contexto del Convenio de Basilea, los documentos de orientación correspondientes a cada característica peligrosa descrita en el anexo III.

19. En la lista A del anexo VIII del Convenio se describen desechos que "están caracterizados como peligrosos de conformidad con el apartado a) del párrafo 1" aunque "su inclusión en este anexo no obsta para que se use el anexo III para demostrar que un desecho no es peligroso". La Lista B del anexo IX incluye desechos que no están sujetos a lo dispuesto en el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1, a menos que contengan materiales incluidos en el anexo I en una cantidad tal que les confiera una de las características del anexo III. En concreto, los desechos incluidos en el anexo VIII que figuran a continuación se consideran COP:

a) PCB, PCT y PBB;

- A 1180 Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de éstos³ que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidos en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B, B1110)⁴
- A3180 Desechos, sustancias y artículos que contienen, consisten o están contaminados con bifenilo policlorado (PCB), terfenilo policlorado (PCT), naftaleno policlorado (PCN) o bifenilo polibromado (PBB), o cualquier otro compuesto polibromado análogo, con una concentración de igual o superior a 50 mg/kg⁵

b) Plaguicidas que son COP, con inclusión de aldrin, clordano, DDT, dieldrin, endrin, HCB, heptacloro, mirex y toxafeno;

- A4030 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos, con inclusión de desechos de plaguicidas y herbicidas

³. En esta categoría no se incluyen restos de montajes de generación de energía eléctrica.

⁴ El nivel de concentración de los PCB de 50 mg/kg o más.

⁵. Se considera que el nivel de 50 mg/kg es un nivel práctico internacional para todos los desechos. Sin embargo, muchos países han establecido en sus normas niveles más bajos (por ejemplo, 20 mg/kg) para determinados desechos.

que no respondan a las especificaciones, caducados⁶, o no aptos para el uso previsto originalmente

c) PCDD y PCDF

A4110 Desechos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes:

- Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados
- Cualquier sustancia del grupo de las dibenzodioxinas policloradas

20. La Lista A del anexo VIII incluye varios desechos o categorías de desechos que tienen el potencial de contener COP o estar contaminados con ellos, a saber:

- A1090 Cenizas de la incineración de cables de cobre recubiertos
- A1100 Polvos y residuos de los sistemas de depuración de gases de las fundiciones de cobre
- A2040 Yeso de desecho procedente de procesos de la industria química, si contiene constituyentes del anexo I en tal grado que presenten una característica peligrosa del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B2080)
- A2060 Cenizas volantes de centrales eléctricas de carbón que contengan sustancias del anexo I en concentraciones tales que presenten características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B2050)
- A3020 Aceites minerales de desecho no aptos para el uso al que estaban destinados
- A3040 Desechos de líquidos térmicos (transferencia de calor)
- A3050 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas/adhesivos excepto los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente en la lista B B4020)
- A3070 Desechos de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de líquido o de fango
- A3090 Desechos de cuero en forma de polvo, cenizas, fangos y harinas que contengan compuestos de plomo hexavalente o biocidas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3100)
- A3100 Raeduras y otros desechos del cuero o de cuero regenerado que no sirvan para la fabricación de artículos de cuero, que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3090)
- A3110 Desechos del curtido de pieles que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas o sustancias infecciosas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3110)
- A3120 Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento
- A3150 Desechos de disolventes orgánicos halogenados
- A3160 Desechos resultantes de residuos no acuosos de destilación halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de disolventes orgánicos
- A4010 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos farmacéuticos, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B
- A4020 Desechos clínicos y afines; es decir desechos resultantes de prácticas médicas, de enfermería, dentales, veterinarias o actividades similares, y desechos generados en hospitales u otras instalaciones durante actividades de investigación o el tratamiento de pacientes, o de proyectos de investigación
- A4040 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos⁷ para la preservación de la madera
- A4070 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B B4010)
- A4100 Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B

⁶ Caducados significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.

⁷ Esta categoría no incluye la madera tratada con preservadores químicos.

- A4130 Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III
- A4140 Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados⁸ correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III
- A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
- A4160 Carbono activado consumido no incluido en la lista B (véase el correspondiente apartado de la lista B B2060)

21. Como se expone en el apartado b) del párrafo 1 del artículo 1, "Los desechos no incluidos en el apartado a), pero definidos o considerados peligrosos por la legislación interna de la Parte que sea Estado de exportación, de importación o de tránsito" están también sujetos al Convenio de Basilea.

B. Convenio de Estocolmo

1. Disposiciones generales

22. El objetivo del Convenio de Estocolmo, que entró en vigor el 17 de mayo de 2004, se expone en el artículo 1 ("Objetivo"): "Teniendo presente el enfoque de precaución consagrado en el principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, el objetivo del presente Convenio es proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes".

23. En el Convenio de Estocolmo se establece una diferencia entre dos categorías de COP:

- a) COP producidos intencionalmente, cuya producción y utilización deberán ser:
 - i) Eliminadas de conformidad con las disposiciones del anexo A; o
 - ii) Restringidas conforme a las disposiciones del anexo B;
- b) COP producidos de forma no intencional, respecto de los cuales se estipula que las Partes deberán adoptar las medidas descritas para reducir las liberaciones totales derivadas de fuentes antropógenas, con la meta de seguir reduciéndolas al mínimo y, en los casos en que sea viable, eliminarlas definitivamente.

24. El párrafo 1 del artículo 7 ("Planes de aplicación") del Convenio estipula que cada Parte:

- "a) Elaborará un plan para el cumplimiento de sus obligaciones emanadas del presente Convenio y se esforzará en aplicarlo;
- b) Transmitirá su plan de aplicación a la Conferencia de las Partes dentro de un plazo de dos años a partir de la fecha en que el presente Convenio entre en vigor para dicha Parte; y
- c) Revisará y actualizará, según corresponda, su plan de aplicación a intervalos periódicos y de la manera que determine una decisión de la Conferencia de las Partes."

2. Disposiciones relativas a los desechos

25. El artículo 6 ("Medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de existencias y desechos") establece las disposiciones relativas a los desechos como sigue:

- "1. Con el fin de garantizar que las existencias que consistan en productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B, o que contengan esos productos químicos, así como los desechos, incluidos los productos y artículos cuando se conviertan en desechos, que consistan en un producto químico incluido en el anexo A, B o C o que contengan dicho producto químico

⁸ "Caducados" significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.

o estén contaminadas con él, se gestionen de manera que se proteja la salud humana y el medio ambiente, cada Parte:

- a) Elaborará estrategias apropiadas para determinar:
 - i) Las existencias que consistan en productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B, o que contengan esos productos químicos; y
 - ii) Los productos y artículos en uso, así como los desechos, que consistan en un producto químico incluido en el anexo A, B, o C, que contengan dicho producto químico o estén contaminados con él.
- b) Determinará, en la medida de lo posible, las existencias que consistan en productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B, o que contengan esos productos químicos, sobre la base de las estrategias a que se hace referencia en el apartado a);
- c) Gestionará, cuando proceda, las existencias de manera segura, eficiente y ambientalmente racional. Las existencias de productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B, cuando ya no se permita utilizarlas en virtud de una exención específica estipulada en el anexo A o una exención específica o finalidad aceptable estipulada en el anexo B, a excepción de las existencias cuya exportación esté autorizada de conformidad con el párrafo 2 del artículo 3, se considerarán desechos y se gestionarán de acuerdo con el apartado d);
- d) Adoptará las medidas adecuadas para que esos desechos, incluidos los productos y artículos, cuando se conviertan en desechos:
 - i) Se gestionen, recojan, transporten y almacenen de manera ambientalmente racional;
 - ii) Se eliminen de un modo tal que el contenido del contaminante orgánico persistente se destruya o se transforme en forma irreversible de manera que no presenten las características de contaminante orgánico persistente o, de no ser así, se eliminen en forma ambientalmente racional cuando la destrucción o la transformación irreversible no represente la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente o su contenido de contaminante orgánico persistente sea bajo, teniendo en cuenta las reglas, normas, y directrices internacionales, incluidas las que puedan elaborarse de acuerdo con el párrafo 2, y los regímenes mundiales y regionales pertinentes que rigen la gestión de los desechos peligrosos;
 - iii) No estén autorizados a ser objeto de operaciones de eliminación que puedan dar lugar a la recuperación, reciclado, regeneración, reutilización directa o usos alternativos de los contaminantes orgánicos persistentes; y
 - iv) No sean transportados a través de las fronteras internacionales sin tener en cuenta las reglas, normas y directrices internacionales;
- e) Se esforzará por elaborar estrategias adecuadas para identificar los sitios contaminados con productos químicos incluidos en el anexo A, B o C; y en caso de que se realice el saneamiento de esos sitios, ello deberá efectuarse de manera ambientalmente racional.

2. La Conferencia de las Partes, cooperará estrechamente con los órganos pertinentes del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, para, entre otras cosas:

- a) Fijar niveles de destrucción y transformación irreversible necesarios para garantizar que no se exhiban las características de contaminantes orgánicos persistentes especificadas en el párrafo 1 del anexo D;
- b) Determinar los métodos que constituyan la eliminación ambientalmente racional a que se hace referencia anteriormente; y

- c) Adoptar medidas para establecer, cuando proceda, los niveles de concentración de los productos químicos incluidos en los anexos A, B y C para definir el bajo contenido de contaminante orgánico persistente a que se hace referencia en el inciso ii) del apartado d) del párrafo 1."

26. En el inciso i) del apartado a) del párrafo 2 del artículo 3, relativo a las importaciones, se estipula que: "Cada Parte adoptará medidas para velar por que un producto químico incluido en el anexo A o en el anexo B, se importe únicamente para fines de su eliminación ambientalmente racional con arreglo a las disposiciones del apartado d) del párrafo 1 del artículo 6". Análogamente, en el inciso i) del apartado b) del párrafo 2, del artículo 3, se estipula que: "Cada Parte adoptará medidas para velar por que un producto químico incluido en el anexo A, respecto del cual está en vigor una exención específica para la producción o utilización, o un producto químico incluido en la lista del anexo B, respecto del cual está en vigor una exención específica para la producción o utilización en una finalidad aceptable, teniendo en cuenta las disposiciones de los instrumentos internacionales de consentimiento fundamentado previo existentes, se exporte únicamente para fines de su eliminación ambientalmente racional con arreglo a las disposiciones del inciso d) del párrafo 1 del artículo 6."

27. En la Parte II del Anexo C se enumeran las categorías de fuentes industriales que tienen un potencial de formación y liberación al medio ambiente relativamente elevado de COP enumerados en el anexo C. En la Parte III se enumeran las categorías de fuentes que pueden también producir y liberar COP en forma no intencionada. La Parte V contiene orientaciones generales sobre las MTD y las MPA.

III. Elementos sujetos al Convenio de Estocolmo que deben abordarse en cooperación con el Convenio de Basilea

A. Bajo contenido de COP

28. Como se estipula en el inciso c) del párrafo 2 del artículo 6 del Convenio de Estocolmo, la Conferencia de las Partes, cooperará estrechamente con los órganos pertinentes del Convenio de Basilea para adoptar medidas para establecer, cuando proceda, los niveles de concentración de los productos químicos incluidos en los anexos A, B y C para definir el bajo contenido de contaminante orgánico persistente a que se hace referencia en el inciso ii) del apartado d) del párrafo 1". Los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos en un volumen superior al bajo contenido de COP, deberán, con arreglo a lo dispuesto en el inciso ii) del apartado d) del párrafo 1 del artículo 6, eliminarse de un modo tal que el contenido del contaminante orgánico persistente se destruya o se transforme en forma irreversible de manera que no presenten las características de contaminante orgánico persistente o, de no ser así, eliminarse en forma ambientalmente racional cuando la destrucción o la transformación irreversible no representen la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente.

29. Teniendo en cuenta las consideraciones siguientes:

- a) La eliminación de desechos con un alto contenido de COP, incluidas las existencias de desechos, debería ser una prioridad;
- b) La disponibilidad de capacidad para el tratamiento;
- c) Los valores límite con arreglo a la legislación nacional son pertinentes;
- d) La disponibilidad de métodos analíticos; y
- e) La falta de conocimientos y datos;

se deberán aplicar las definiciones provisionales para bajo contenido de COP siguientes:

- a) PCB: 50 [mg/kg]⁹;
- b) PCDD y PCDF: 15 µg EQT/kg¹⁰; y

⁹ Determinado conforme a métodos y normas nacionales o internacionales.

¹⁰ EQT a que se hace referencia en el párrafo 2 de la Parte IV del anexo C del Convenio de Estocolmo, con exclusión de PCB coplanares.

- c) Aldrina, clordano, DDT, dieldrina, endrina, heptacloro, HCB, mírex y toxafeno: 50 mg/kg para cada uno de ellos¹¹.

B. Niveles de destrucción y transformación irreversible

30. Teniendo en cuenta las consideraciones siguientes:

- a) Tanto la eficiencia de destrucción¹² (ED) como la eficiencia de remoción de la destrucción¹³ (ERD) son funciones del contenido inicial de COP y no previenen la formación de COP producidos de forma no intencional durante la destrucción o transformación irreversibles;
- b) ED es criterio importante para ayudar a evaluar tecnologías de destrucción y transformación irreversible, pero puede resultar difícil hacer mediciones comparables y reproducibles, especialmente de forma habitual;
- c) La ERD considera únicamente las emisiones en la atmósfera;
- d) MTD y las MPA establecen condiciones de diseño y operación seguras, incluida la eficacia de destrucción prevista en circunstancias particulares para cada tecnología;
- e) No se han determinado las MTD ni las MPA respecto de todos los métodos de eliminación;
- f) La existencia de legislación interna y reglamentaciones internacionales normas y directrices pertinentes; y
- g) La falta de conocimientos y datos;

se deberían aplicar las definiciones provisionales siguientes para niveles de destrucción y transformación irreversible, sobre la base de niveles absolutos (por ejemplo, volumen corrientes de desechos procesos de tratamiento):

- a) Emisiones en la atmósfera:
PCDD y PCDF: 0,14 ng EQT/Nm³; ¹⁴
Todos los demás COP: legislación interna y reglamentación, normas y directrices internacionales pertinentes, en el anexo II figuran ejemplos de legislación nacional pertinente;
- b) Emisiones acuosas: legislación interna reglamentación, normas y directrices internacionales pertinentes, en el anexo II figuran ejemplos de legislación nacional pertinente;
- c) Residuos sólidos: el contenido de COP deberá ser inferiores al bajo contenido de COP definido en la sección A, *supra*, de este capítulo. No obstante, si el contenido de COP de PCDD/PCDF producidos de forma no intencional es superior al de la definición de bajo contenido de COP que figura en la sección A, los residuos sólidos deben tratarse conforme a la sección G del capítulo IV.

¹¹ Determinado conforme a métodos y normas nacionales o internacionales.

¹² Calculada sobre la base de la masa del contenido de COP del desecho, menos la masa del contenido restante de COP en los residuos gaseosos, líquidos y sólidos, dividida por la masa del contenido de COP del desecho; es decir, $ED = (\text{contenido de COP del desecho} - \text{contenido de COP del gas, líquido y sólido residual}) / \text{contenido de COP del desecho}$.

¹³ Calculada sobre la base de la masa del contenido de COP del desecho, menos la masa del contenido restante de COP en los residuos gaseosos (gases de combustión), dividida por la masa del contenido de COP de los desechos; es decir, $ERD = (\text{contenido de COP del desecho} - \text{contenido de COP del gas residual}) / \text{contenido de COP del desecho}$.

¹⁴ Equivalente tóxico según el párrafo 2 de la Parte IV del anexo C del Convenio de Estocolmo, con exclusión de PCB coplanares. Nm³ se refiere a gas seco, 101,3 kPa y 273,15 K. Normalizado a 11% de O₂.

Además, las tecnologías de destrucción y transformación irreversible deberían aplicarse conforma a las MTD y las MPA.

C. Métodos que constituyen una eliminación ambientalmente racional

31. En la sección G del capítulo IV, *infra*, figura una descripción de los métodos que se considera constituyen la eliminación ambientalmente racional de desechos consistentes en COP, que los contienen o estén contaminados con ellos.

IV. Orientaciones sobre la gestión ambientalmente racional (GAR)

A. Consideraciones generales

32. La GAR es un concepto normativo amplio que aún no cuenta con una clara definición universal. Ahora bien, las disposiciones relativas a la GAR en cuanto a los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos (y más generalmente, las relativas a los desechos peligrosos) en el marco del Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo, y de los elementos básicos de su comportamiento según la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) (que se analizan en las tres subsecciones siguientes), proporcionan un concepto internacional que también apoya la labor relacionada con la GAR que se está llevando a cabo en diferentes países y entre los sectores industriales.

1. Convenio de Basilea

33. Conforme al párrafo 8 del artículo 2 del Convenio de Basilea, por gestión ambientalmente racional de los desechos peligrosos o de otros desechos "se entiende la adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los desechos peligrosos y otros desechos se gestionen de manera que queden protegidos el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que pueden derivarse de tales efectos".

34. En el apartado b) del párrafo 2 del artículo 4 del Convenio se exige que cada Parte tome las medidas apropiadas a fin de "establecer instalaciones adecuadas de eliminación para la gestión ambientalmente racional de los desechos peligrosos y otros desechos, cualquiera que sea el lugar donde se efectúa su eliminación que, en la medida de lo posible, estará situado dentro de ella," y en el apartado c) de dicho párrafo se exige a cada Parte "velar por que las personas que participen en la gestión de los desechos peligrosos y otros desechos dentro de ella adopten las medidas necesarias para impedir que esa gestión dé lugar a una contaminación y, en caso de que se produzca ésta, para reducir al mínimo sus consecuencias sobre la salud humana y el medio ambiente".

35. En el párrafo 8 del artículo 4 del Convenio se estipula que "Toda Parte exigirá que los desechos peligrosos y otros desechos, que se vayan a exportar, sean gestionados de manera ambientalmente racional en el Estado de importación y en los demás lugares. En su primera reunión, las Partes adoptarán directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de los desechos sometidos a este Convenio". El objetivo de esas directrices técnicas y de las directrices técnicas específicas es proporcionar una definición más precisa de la GAR en el contexto de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, incluidos los métodos de tratamiento y eliminación adecuados para esas corrientes de desechos.

36. En el Documento marco sobre la preparación de directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de los desechos sujetos al Convenio de Basilea, de 1994¹⁵, se han estructurado diversos principios clave con respecto a la GAR de los desechos.

37. Para lograr la GAR de los desechos, en el Documento de orientación se recomienda que se cumplan algunas condiciones jurídicas, institucionales y técnicas (criterios de GAR), en particular, que:

- a) Una infraestructura de reglamentación y coerción vele por el cumplimiento de las normas correspondientes;

¹⁵. Véase el Convenio de Basilea de 1994 que figura en el anexo V, Referencias.

- b) Los emplazamientos o instalaciones cuenten con una autorización y un grado adecuado de tecnología y control de la contaminación para manipular los desechos peligrosos en la forma prevista, en particular teniendo en cuenta el nivel tecnológico y de control de la contaminación en el país de exportación;
- c) Se exige, según proceda, que los operadores de los emplazamientos o las instalaciones donde se gestionan desechos peligrosos vigilen los efectos de esas actividades;
- d) Se adopten medidas adecuadas en los casos en que la labor de vigilancia indique que la gestión de desechos peligrosos ha provocado emisiones inaceptables; y
- e) Las personas encargadas de la gestión de los desechos peligrosos sean capaces y estén debidamente capacitadas para desempeñar sus funciones.

38. La GAR también es tema de la Declaración de Basilea sobre la gestión ambientalmente racional, adoptada en 1999 durante la quinta reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea. En la Declaración las Partes convinieron en mejorar y vigorizar sus esfuerzos y colaboración para lograr la gestión ambientalmente racional, en particular, mediante la prevención, la reducción al mínimo, el reciclado, la recuperación y la eliminación de los desechos peligrosos y de otro tipo sujetos al Convenio de Basilea, teniendo en cuenta los aspectos sociales, tecnológicos y económicos; y la disminución en aún mayor medida de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y otros desechos sujetos al Convenio de Basilea.

39. En la Declaración se afirma que, en este contexto, deben llevarse a cabo ciertas actividades como:

- a) La determinación y cuantificación de los tipos de desechos que se generan al nivel nacional;
- b) El enfoque de mejores prácticas para evitar o reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y reducir su toxicidad, por ejemplo, el uso de métodos o enfoques de producción menos contaminante; y
- c) La utilización de emplazamientos o instalaciones declarados ambientalmente racionales para la gestión de desechos y, en particular, desechos peligrosos.

2. Convenio de Estocolmo

40. En el Convenio de Estocolmo no se define la GAR. La Conferencia de las Partes, en colaboración con los órganos pertinentes del Convenio de Basilea¹⁶, determinará los métodos ambientalmente racionales para la eliminación de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.

3. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos

41. La OCDE ha adoptado una recomendación sobre la GAR de desechos que incluye, entre otras cosas elementos básicos de funcionamiento de las directrices de la GAR que se aplican a las instalaciones de recuperación de desechos, incluidos los elementos de funcionamiento que preceden a la recogida, el transporte, el tratamiento y el almacenamiento, así como los elementos posteriores al almacenamiento, el transporte, el tratamiento y la eliminación de los residuos pertinentes¹⁷.

42. Los elementos básicos del funcionamiento son que la instalación cuente con:

- a) Un sistema de gestión ambiental racional (GAR) aplicable;
- b) Medidas suficientes que permitan salvaguardar la salud y la seguridad ocupacional y ambiental;
- c) Un programa adecuado de vigilancia, registro y presentación de informes;
- d) Un programa de capacitación acertado y adecuado para su personal;

¹⁶ Las Partes deberán consultar Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), 2003 en el anexo V, Referencias.

¹⁷ Véase OCDE 2004 en el anexo V, Referencias.

- e) Un plan de emergencia adecuado; y
- f) Un plan adecuado para el cierre y la atención posterior al cierre.

B. Marco legislativo y reglamentario

43. Las Partes en el Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo deberán examinar los controles, las normas y los procedimientos nacionales para cerciorarse de que se ajusten a los convenios respectivos y a las obligaciones contraídas en virtud de ellos, en especial las relativas a la GAR de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.

44. La mayoría de los países ya cuentan con algún tipo de legislación que estipula principios, facultades y derechos amplios de protección ambiental. Hipotéticamente, el derecho ambiental del país deberá incluir requisitos para la protección de la salud humana y el medio ambiente. Esa legislación facultativa puede facultar al gobierno para promulgar normas y reglamentaciones específicas, realizar inspecciones y hacer cumplir la normativa, y establecer sanciones para las transgresiones.

45. Dicha legislación relativa a los desechos peligrosos debería definirlos también e incluir en la definición los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos con un contenido superior al bajo contenido de COP, al que se hace referencia en la sección A del capítulo III. Los textos legislativos podrían definir la GAR y exigir la adhesión a sus principios, velando por que los países cumplan las disposiciones relativas a la GAR de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, e incluso su eliminación ambientalmente racional, como se describe en las presentes Directrices y el Convenio de Estocolmo. A continuación se analizan los componentes o características específicos de un marco reglamentario que se ajustaría al Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo y otros acuerdos internacionales¹⁸.

1. Fechas para la eliminación de la producción y el uso de los COP

46. Los textos legislativos deberían establecer un vínculo entre las fechas para la eliminación de la producción y el uso¹⁹ de una sustancia COP (en especial en productos y artículos) y la eliminación de los COP una vez que se conviertan en desechos. Se debe incluir un plazo límite para la eliminación de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, a fin de impedir la creación de reservas masivas sin una fecha clara para su eliminación.

2. Requisitos relativos a los movimientos transfronterizos²⁰

47. Los desechos peligrosos y otros tipos de desechos deberán eliminarse en el país en que se produjeron, siempre que sea compatible con su GAR. Sólo se permiten los movimientos transfronterizos de esos desechos cuando:

- a) Se realizan en condiciones que no ponen en peligro la salud humana ni el medio ambiente;
- b) Las exportaciones se gestionan de manera ambientalmente racional en el país de importación u otro país;
- c) El país de exportación no cuenta con la capacidad técnica ni las instalaciones necesarias para la eliminación de los desechos en cuestión de una manera ambientalmente racional y eficiente;

¹⁸ En los siguientes documentos figura orientación adicional sobre los marcos reglamentarios del Convenio de Basilea: Modelo de Legislación Nacional sobre la gestión de desechos peligrosos y otros desechos, así como sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y otros desechos y su eliminación (UNEP, 1995a), Convenio de Basilea: Manual de Aplicación (UNEP, 1995b) y Convenio de Basilea: Guía para el Sistema de Control (UNEP, 1998a). Las Partes en el Convenio de Estocolmo deben consultar también las orientaciones provisionales para la elaboración de un plan nacional de aplicación del Convenio de Estocolmo (UNEP, 2003). Véase el anexo V, Referencias.

¹⁹ Cabe señalar que en las orientaciones provisionales las Partes I y II, y el anexo B del Convenio de Estocolmo figuran referencias a la eliminación y restricción de la producción y uso de COP.

²⁰ Aplicable a las Partes en el Convenio de Basilea únicamente.

- d) Los desechos pertinentes se requieran como materia prima para las industrias de reciclado o recuperación en el país de importación; o
- e) Los movimientos transfronterizos pertinentes se ajusten a otros criterios que decidan las Partes.

48. Cualesquiera movimientos transfronterizos de desechos peligrosos u otros tipos de desechos están sujetos a notificación previa por escrito del país de exportación y al consentimiento previo por escrito de los países de importación y de tránsito. Las Partes prohibirán la exportación de desechos peligrosos y otros tipos de desechos si el país de importación prohíbe la importación de esos desechos. El Convenio de Basilea también exige que se brinde información relativa a cualquier movimiento transfronterizo previsto utilizando el formulario de notificación aceptado, y que el envío aprobado vaya acompañado del documento de movimiento desde el punto en que comienza el movimiento transfronterizo hasta el punto de eliminación.

49. Además, los desechos peligrosos y otros tipos de desechos objeto de movimientos transfronterizos se embalarán, etiquetarán y transportarán de conformidad con los reglamentos y las normas internacionales²¹.

50. Cuando no se pueda completar el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y otros tipos de desechos al que los países pertinentes hayan dado su consentimiento, el país de exportación asegurará que los desechos correspondientes se devuelvan al país de exportación para su eliminación si no pudiesen concertarse otros arreglos. En el caso del tráfico ilícito (como se define en el párrafo 1 del artículo 9), el país de exportación velará por que los desechos correspondientes se devuelvan al país de exportación para que se eliminen o se disponga de ellos de conformidad con lo dispuesto en el Convenio de Basilea.

51. No se permiten movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y tipos de otros desechos entre un Estado Parte y un Estado no Parte en el Convenio de Basilea a menos que exista un acuerdo bilateral, multilateral o regional como se estipula en el artículo 11 del Convenio de Basilea.

3. Especificaciones para contenedores, equipo, contenedores para graneles y lugares de almacenamientos que contengan COP

52. A fin de cumplir los requisitos la GAR y las cláusulas específicas del Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo (por ejemplo, el párrafo 7 del artículo 4 del Convenio de Basilea y el párrafo 1 del artículo 6 del Convenio de Estocolmo), las Partes tal vez tengan que promulgar leyes específicas en que se describan los tipos de contenedores y las zonas de almacenamiento aceptables para cada COP²². Las Partes deberán velar por que los contenedores que se vayan a transportar hacia otro país cumplan las normas internacionales, como las establecidas por la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA), la Organización Marítima Internacional (OMI) y la Organización Internacional de Normalización (ISO).

4. Salud y seguridad²³

53. Ni el Convenio de Basilea ni el Convenio de Estocolmo exigen específicamente que las Partes cuenten con legislación relativa a la salud y la seguridad laborales. Con todo, debería adoptarse un régimen legislativo para proteger a los trabajadores de la posible exposición a los COP. Esas disposiciones deberán incluir requisitos para el correcto etiquetado de los productos y la determinación de los métodos de eliminación idóneos.

54. La mayoría de los países cuentan con disposiciones relativas a la salud y la seguridad laborales en la legislación laboral general o la legislación especializada sobre salud humana o ambiental vigentes.

²¹ En este sentido, deben utilizarse las Recomendaciones de las Naciones Unidas relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas (Reglamentación Modelo) (CPENU, 2003a - Véase el anexo V, Referencias o versiones posteriores).

²² Las Partes deberán consultar las directrices de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) relativas al almacenamiento de plaguicidas y desechos de plaguicidas (FAO, 1996 - Véase el anexo V, Referencias).

²³ Véase también la Sección I del capítulo IV.

Las Partes deberán volver a examinar su legislación vigente para cerciorarse de que se presta una correcta atención a los COP y a la integración de los aspectos pertinentes de los acuerdos internacionales. La disciplina de la salud y seguridad laborales se encuentra relativamente bien desarrollada y se dispone de abundantes orientaciones y documentos para ayudar a la planificación y revisión de la legislación, la normativa y la orientación técnica.

55. En el apartado e) del párrafo 1 de su artículo 10 (“Información, sensibilización y formación del público”), el Convenio de Estocolmo pide a las Partes que promuevan y faciliten la capacitación de los trabajadores y del personal científico, docente, técnico y directivo. La legislación nacional en materia de salud y seguridad deberá incluir disposiciones para la manipulación y el almacenamiento en condiciones de seguridad de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.

5. Especificación de métodos analíticos y de muestreo aceptables para los COP

56. Se han elaborado numerosos métodos de muestreo y analíticos diferentes para diversos fines. Solo podrán generarse datos fiables y útiles cuando se utilicen métodos de muestreo y analíticos adecuados para los desechos. Todas las Partes en el Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo deberán contar con legislación o directrices normativas concluyentes que indiquen los métodos de muestreo y analíticos aceptables para cada desecho de COP, incluso sobre la forma en que se manifiesta y la matriz. Los procedimientos especificados deberán ser aceptados internacionalmente a fin de asegurar que los resultados notificados sean comparables. En la sección E del presente capítulo figura información adicional.

6. Requisitos para las instalaciones de tratamiento y eliminación de desechos peligrosos

57. La mayoría de los países cuentan con legislación que exige que las instalaciones de tratamiento y eliminación de desechos obtengan alguna forma de aprobación para comenzar el funcionamiento. En las aprobaciones se pueden estipular las condiciones específicas que deben mantenerse para que la aprobación siga siendo válida. Tal vez sea necesario añadir requisitos específicos para los desechos consistentes en COP que los contengan o estén contaminados con ellos a fin de cumplir los requisitos de la GAR y los requisitos específicos del Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo.

7. Requisitos generales para la participación del público

58. La participación del público es un principio básico de la Declaración de Basilea sobre la gestión ambientalmente racional y muchos otros acuerdos internacionales. La participación del público de la que se trata en la sección K del capítulo IV, puede contemplarse en la legislación y las políticas.

8. Lugares contaminados

59. En la legislación pueden estipularse disposiciones que faciliten la elaboración de un inventario de sitios contaminados y el saneamiento de los sitios de una manera ambientalmente racional (apartado e) del párrafo 1 del artículo 6 del Convenio de Estocolmo).

9. Otros controles legislativos

60. Entre los ejemplos de otros aspectos la gestión del ciclo de vida de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, que podrían estipularse en la legislación cabe mencionar:

- a) Disposiciones y requisitos de los emplazamientos relacionados con el almacenamiento, la manipulación, el acopio y el transporte de desechos;
- b) Requisitos relativos a la puesta fuera de servicio en particular:
 - i) Inspección antes y de la puesta fuera de servicio y durante ella;
 - ii) Procedimientos para proteger el medio ambiente y la salud de los trabajadores y de la comunidad durante la puesta fuera de servicio; y
 - iii) Requisitos de los emplazamientos después de la puesta fuera de servicio;

- c) Planificación de respuesta ante situaciones de emergencia, derrames y accidentes, en particular:
 - i) Procedimientos de limpieza y las concentraciones a las que se puede llegar después de la limpieza; y
 - ii) Capacitación de los trabajadores y requisitos de seguridad; y
- d) Planes de prevención, reducción al mínimo y gestión de desechos.

C. Prevención y reducción al mínimo de desechos

61. La prevención y reducción al mínimo de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, es la primera y más importante etapa de todo el proceso de la GAR de esos desechos. En el párrafo 2 del artículo 4 del Convenio de Basilea se exige a cada Parte “Reducir al mínimo la generación de desechos en ella, teniendo en cuenta los aspectos sociales, tecnológicos y económicos”.

62. Entre los elementos de un programa de prevención y reducción al mínimo de los desechos cabe incluir lo siguiente:

- a) Determinación de los procesos que producen los COP de forma no intencional y determinación de si se aplican las Directrices de Estocolmo sobre las MTD y las MPA;
- b) Determinación de los procesos que utilizan COP y producen desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos:
 - i) Determinar si las modificaciones de los procesos, incluida la modernización del equipo más antiguo, podría reducir la producción de desechos; y
 - ii) Seleccionar los procesos alternativos que no están vinculados a la producción de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos;
- c) Determinación de productos y artículos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos y alternativas sin COP; y
- d) Reducción al mínimo del volumen de desechos producidos mediante:
 - i) La realización de operaciones de mantenimiento sistemático del equipo a fin de aumentar la eficiencia y prevenir derrames y fugas;
 - ii) La rápida contención de derrames y fugas;
 - iii) La descontaminación de contenedores y equipo con desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos; y
 - iv) El aislamiento de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos a fin de impedir la contaminación de otros materiales.

63. Podría requerirse de las entidades generadoras de desechos e importantes usuarios del sector industrial (por ejemplo, formuladores de plaguicidas) de productos y artículos que contienen COP que elaboren planes de gestión de desechos. Esos planes deberían abarcar todos los desechos peligrosos, y considerar como un solo componente los consistentes en COP, que los contengan o están contaminados con ellos.

64. No es ambientalmente racional mezclar otros materiales con los desechos de un contenido de COP superior al contenido definido como bajo con el único objetivo de generar una mezcla con un contenido de COP inferior al bajo contenido definido. Con todo, tal vez sea necesario mezclar los materiales antes de proceder al tratamiento de los desechos a fin de optimizar la eficiencia del tratamiento.

D. Determinación e inventarios

1. Determinación

65. En el párrafo 1 del artículo 6, el Convenio de Estocolmo exige:
- a) Determinar las existencias que consistan en productos químicos incluidos en el anexo A o el anexo B; y
 - b) Elaborar estrategias apropiadas para determinar los productos y artículos en uso, así como los desechos, consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.
66. Los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos se presentan en forma sólida y líquida (acuosa, semiacuosa, a base de solventes y emulsiones) y pueden liberarse en forma de gases (gases reales, como líquido de dispersión o aerosoles, o adsorbidos en contaminantes atmosféricos).
67. Los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos se generan fundamentalmente como resultado de las actividades humanas como, por ejemplo:
- a) Durante su fabricación intencional;
 - b) Como subproductos de procesos industriales y otros procesos;
 - c) Por la contaminación de materiales o del medio ambiente como resultado de accidentes o fugas que pudiesen ocurrir durante la producción, venta, utilización, puesta fuera de servicio, remoción o transferencia;
 - d) Por la contaminación de materiales durante la manipulación y el uso de productos y artículos, como contenedores, ropa y, en algunos casos, equipo (respiradores, etc.) que se contaminaron por el contacto con un producto plaguicida;
 - e) Cuando los productos o artículos contaminados con COP no responden a las especificaciones, pierden la aptitud para el uso original previsto o son descartados; y
 - f) Cuando los productos se han prohibido o cuando se ha retirado el registro de esos productos.
68. Un aspecto fundamental para la determinación de los productos o artículos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos es el conocimiento de datos tales como, los fabricantes, nombres comerciales y sinónimos, fechas de fabricación, modalidades de utilización y usuarios. Las listas de las categorías de fuentes de COP producidos de forma no intencional que figuran en el Convenio de Estocolmo deberán ayudar a los gerentes industriales y a los reglamentadores gubernamentales, así como al público en general, a reconocer los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.

2. Inventarios

69. Los inventarios son instrumentos importantes para determinar, cuantificar y caracterizar los desechos. Se podría utilizar un inventario nacional para:
- a) Establecer una cantidad de referencia de los productos, artículos y desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos;
 - b) Ayudar a las inspecciones reglamentarias;
 - c) Ayudar en la preparación de planes de respuesta en caso de emergencia; y
 - d) Seguir el curso de los procesos encaminados a reducir al mínimo y eliminar esos productos químicos.

Al elaborar el inventario, debe darse prioridad a la determinación de los desechos que tienen concentraciones de COP elevadas.

70. Un inventario debería contener, si procede, datos sobre:
- Producción de COP dentro del país

- a) Importación/exportación de productos y artículos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos;
- b) Eliminación de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos;
- c) Importación/exportación de tales desechos.

71. La obtención de estos datos requiere la cooperación de las entidades competentes con los fabricantes, usuarios, transportistas, funcionarios de aduanas, instalaciones de eliminación de desechos y los centros nacionales de coordinación del Convenio de Basilea y del Convenio de Estocolmo. Para elaborar un inventario nacional se requiere el compromiso a largo plazo del gobierno nacional, la cooperación de los propietarios y fabricantes de COP, un proceso administrativo racional para la recopilación de información de manera permanente y un sistema de base de datos computadorizados para almacenar esa información. En algunos casos tal vez se requieran reglamentaciones gubernamentales para tener la certeza de que los propietarios informen sobre sus existencias y cooperen con los inspectores gubernamentales.

72. El primer elemento que hay que tener en cuenta al comenzar un inventario es el tipo de industrias y emplazamientos que podrían estar utilizando COP, lo que podría dar una idea de la magnitud de la labor del inventario y ayudar a elaborar una lista preliminar de posibles propietarios. Si los COP se produjeron en el país o se importaron, las industrias participantes también deben formar parte de las consultas iniciales. Esas empresas tal vez podrían dar estimaciones o incluso cifras exactas de la cantidad de esos productos que se utilizaron en aplicaciones nacionales. Esas estimaciones pueden ser muy valiosas para determinar el grado de exhaustividad del inventario de un producto químico. Desafortunadamente, en algunos casos tal vez ya no existan esos registros.

73. Para elaborar un inventario es preciso seguir las cinco fases básicas que se exponen a continuación.

74. **Primera fase: Consultar con las principales industrias y asociaciones:** Los funcionarios gubernamentales deben reunirse con representantes de las industrias que probablemente posean grandes cantidades de productos, artículos o desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, y con antiguos fabricantes y distribuidores. Como es probable que las industrias química, agrícola, eléctrica y otras grandes industrias posean o tengan conocimiento acerca de un gran porcentaje de la cantidad total de COP del país, es preciso consultarles primero. Los funcionarios gubernamentales también deberían reunirse con organizaciones no gubernamentales para recabar información al respecto.

75. **Segunda fase – Capacitación del personal:** El personal gubernamental encargado del inventario debe recibir capacitación en todos los aspectos de los productos, artículos y desechos. Los elementos fundamentales de la capacitación deberán incluir la determinación de los productos, artículos y desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos; auditorías e inspecciones; salud y seguridad; y procedimientos para el establecimiento y mantenimiento de inventarios.

76. **Tercera fase – Realizar varias auditorías de prueba:** El personal gubernamental debe visitar varias instalaciones. Esas visitas deben cumplir tres objetivos. En primer lugar, permitirán al personal gubernamental familiarizarse con el proceso de inventario y las condiciones reales sobre el terreno. En segundo lugar, serán otra forma de mantener consultas con la industria. En tercer lugar, generarán algún tipo de información para los inventarios que se puede utilizar como datos de pruebas para la elaboración del inventario nacional.

77. **Cuarta fase – Elaborar una política o reglamentación que exija que los propietarios informen sobre los COP:** Es necesario elaborar un proyecto de política o reglamentación sobre el seguimiento de los COP y la presentación de informes a los gobiernos con miras al inventario. La política o reglamentación deberá exigir el informe inicial en una fecha prevista e informes posteriores cuando los propietarios modifiquen los inventarios o se produzcan eliminaciones. En los informes deberá figurar información específica para cada rubro del inventario, como:

- a) Nombre o descripción del producto, artículo o desecho;
- b) Estado físico (líquido, sólido, fango, gas);

- c) Masa del contenedor o equipo (si procede);
- d) Masa del material consistente en COP, que los contenga o esté contaminado con ellos;
- e) Cantidad de contenedores o piezas de equipo similares;
- f) Concentración de los COP en el producto, artículo o desecho;
- g) Otros riesgos relacionados con el material (combustible, corrosivo, inflamable, etc.);
- h) Ubicación;
- i) Información del propietario;
- j) Etiquetas, números de serie, marcas de identificación, etc.;
- k) Fecha de asiento en el inventario; y
- l) Fecha de salida del inventario y destino (si procede).

78. **Quinta fase – Ejecución del plan:** Antes de poner en práctica el requisito de informar sobre los inventarios, es preciso establecer una base de datos de inventario al nivel nacional. El inventario central del Gobierno deberá mantenerse actualizado en la medida en que surjan nuevas informaciones. Los gobiernos podrán ayudar a los propietarios proporcionándoles información y asesoramiento. Las inspecciones de los emplazamientos deberán coadyuvar a asegurar que la información recogida en el inventario sea correcta²⁴.

79. Además, cabe señalar que el Protocolo de 2003 relativo a los registros de liberaciones y transferencias de contaminantes de la Convención sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales, de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), concertado en Aarhus en 1998, incluye disposiciones relativas a los inventarios que podrían aplicarse a los COP.

E. Muestreo, análisis y vigilancia

80. El muestreo, el análisis y la vigilancia son componentes de importancia decisiva en la gestión de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos y deberá dárseles suma prioridad con respecto al fomento de la capacidad en los países en desarrollo y a la ejecución. El muestreo, el análisis y la vigilancia deberán estar a cargo de profesionales capacitados, con un plan bien estructurado y el uso de métodos aceptados internacionalmente y aprobados al nivel nacional, se realizan utilizando siempre el mismo método mientras dure el programa. También deberán someterse a rigurosas medidas de garantía de calidad y control de calidad. Los errores en el muestreo, el análisis y la vigilancia, o la desviación de los métodos aceptados, pueden arrojar datos no significativos o incluso datos nocivos para el programa. Por consiguiente, cada Parte deberá cerciorarse de que dispone de la capacitación, los protocolos, y la capacidad de laboratorio para aplicar los métodos de muestreo, vigilancia y análisis, así como de que se cumplan las normas.

81. Puesto que hay muchos motivos para el muestreo, el análisis y la vigilancia, y dado que también hay formas físicas de desechos muy diferentes, existen centenares de métodos distintos que se pueden utilizar para el muestreo, la vigilancia y el análisis. No es objeto del presente documento exponer ni siquiera algunos de los métodos utilizados en la actualidad ahora bien, en las tres secciones siguientes se analizan los aspectos fundamentales del muestreo, el análisis y la vigilancia.

²⁴ En la Guía Metodológica para la realización de inventarios nacionales de desechos peligrosos en el marco del Convenio de Basilea figura información adicional sobre inventarios (véase UNEP 2000a, en el anexo V, Referencias).

1. Muestreo²⁵

82. Por muestreo, en el sentido utilizado en estas directrices, se entiende el proceso de seleccionar y obtener una pequeña cantidad de desecho en forma gaseosa, líquida o sólida de una cantidad mayor de desecho, a fin de analizarla posteriormente, ya sea en el terreno o en un laboratorio. Muchos desechos, incluidos los consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, pueden ser heterogéneos. Por consiguiente, obtener una muestra de desechos que sea representativa de todo el desecho puede ser una tarea difícil. No obstante, obtener muestras representativas es un objetivo fundamental del muestreo de los desechos.

83. Son actividades de un programa de muestreo que deberían realizarse en todos los casos, las siguientes:

- a) Examinar los requisitos legislativos y normas internacionales pertinentes;
- b) Investigar el emplazamiento y los materiales que se van a someter a muestreo;
- c) Obtener los suministros de muestras y preparar las condiciones para el trabajo sobre el terreno o de laboratorio;
- d) Distribuir las ubicaciones de las muestras y el equipo en el emplazamiento;
- e) Examinar y revisar el plan de muestreo en el terreno, de ser necesario;
- f) Tomar las muestras;
- g) Colocar las muestras en el contenedor de muestras y sellarlos con un sello adecuado;
- h) Etiquetar y registrar la trayectoria de las muestras;
- i) Preservar las muestras de forma que se evite la degradación del material;
- j) Limpiar el equipo de muestreo antes de tomar la próxima muestra (para evitar la contaminación recíproca);
- k) Completar la presentación de muestras y, si procede, los formularios para la cadena de custodia;
- l) Documentar el trabajo de muestreo con notas, fotografías y vídeos;
- m) Transportar las muestras al equipo analítico (*in situ* o en el laboratorio); y
- n) Transferir las muestras a la custodia del personal encargado del análisis.

84. Para que el programa de muestreo tenga éxito es preciso realizar todas estas actividades. Análogamente, la documentación debe ser exhaustiva y rigurosa. Por ejemplo, deberá incluirse información sobre el equipo de toma de muestras, el nombre de la persona que tomó la muestra, los números de las muestras, la descripción del lugar en que se tomaron las muestras y un diagrama o mapa, la descripción de la muestra, fecha y hora en que se tomó la muestra, las condiciones climatológicas, y observaciones sobre cualquier hecho inusual. Las muestras deberán ir acompañadas de un formulario de cadena de custodia en que se recoja el nombre de todas las personas que han manipulado las muestras.

2. Análisis

85. Se entiende por análisis la determinación de las propiedades físicas, químicas o biológicas de un material, utilizando métodos de laboratorio documentados, revisados por homólogos y aceptados. Por lo general, los organismos y organizaciones que se especializan en el desarrollo de normas, como la Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales (ASTM), el Comité Europeo de Normalización (CEN) y la Organización Internacional de Normalización (ISO) publican los métodos de laboratorio aceptados. Algunos ejemplos de esos métodos, así como métodos particulares de los países figuran en el anexo III infra. Cada país puede también desarrollar y aprobar individualmente sus propios métodos

²⁵ En RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance figura información adicional sobre muestreo (Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, 2002, - y Nordtest method véase el anexo V, Referencias).

para determinados tipos de análisis, lo que es aceptable, siempre que la exactitud y la precisión sean comparables con las de los métodos publicados vigentes, y se haya comprobado su validez por contraste con normas internacionales pertinentes para cerciorarse de la compatibilidad.

86. Aunque se han desarrollado excelentes métodos y equipo de análisis y por lo general el personal de laboratorio tiene una alta calificación, todavía existen fuentes de errores e imprecisiones en el trabajo analítico. Algunas de esas fuentes de errores e imprecisiones pueden reducirse mediante la aplicación de normas nacionales para realizar los análisis relacionados con los COP, tomando en cuenta las condiciones que se analizan a continuación.

a) Elementos de las normas nacionales

87. Cada país deberá especificar en directrices o leyes los métodos normalizados requeridos para cada COP y las situaciones en que dichos métodos deberán utilizarse. A falta de dichas especificaciones, las muestras llevadas al laboratorio podrían analizarse con el método más cómodo o económico, lo que redundaría en una merma de la calidad de los resultados. Del mismo modo, cuando muchos países recomienden un método para la cuantificación real de la muestra, también deberán especificar los demás elementos del proceso analítico. Las normas nacionales deberán abarcar los elementos siguientes de garantía de calidad y control de calidad y otros elementos para analizar los desechos:

- a) Método de análisis químico o bioensayo;
- b) Manipulación y almacenamiento de la muestra relacionada con el desecho;
- c) Preparación de la muestra (secado, pesaje, trituración, digestión química, etc.);
- d) Extracción de contaminante;
- e) Depuración;
- f) Separación, identificación y cuantificación;
- g) Garantía de calidad y control de calidad, por ejemplo, calibración del equipo;
- h) Informe de resultados.

88. Las etapas precedentes deberán llevarse a cabo de manera repetible y aceptable, para que los resultados sean significativos. Se dispone de numerosos métodos para cada etapa del proceso. Es decisivo para cada país adoptar métodos normalizados y prescribir su uso en laboratorios comerciales gubernamentales y de investigación.

89. Las Partes deberán garantizar que poseen las aptitudes y la capacidad adecuada para el análisis de cada tipo de muestra. Si un país no posee la capacidad para el análisis de un determinado COP o de determinados tipos de muestras, las Partes deberán garantizar que tengan acceso a laboratorios de otros países que sí poseen dichas aptitudes y capacidad.

90. La certificación y el contraste de los laboratorios son aspectos adicionales importantes de un programa analítico nacional. Todos los laboratorios deberán ser capaces de satisfacer determinadas normas de calidad establecidas y contrastadas por el Gobierno, por un organismo independiente como la ISO o por una asociación de laboratorios.

b) Ensayos de campo

91. Se entiende por ensayo de campo la determinación de las propiedades físicas, químicas o biológicas de un material o emplazamiento mediante la utilización de instrumentos o dispositivos portátiles de tiempo real. Los instrumentos y dispositivos de ensayos de campo por lo general toman una muestra y la analizan en un período de tiempo sumamente breve. Por lo general, los instrumentos y dispositivos de ensayos de campo tienen un nivel de precisión inferior al del equipo de análisis y toma de muestras empleado en un laboratorio.

92. No obstante, los instrumentos para ensayos de campo son extremadamente valiosos para el trabajo de campo a la hora de identificar materiales que probablemente sean desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos. También resultan útiles para ayudar a tomar decisiones relativas al lugar donde pueden obtenerse muestras adicionales, la detección de ambientes contaminados (con materiales explosivos, inflamables y tóxicos) y la ubicación de fuentes de derrames

y fugas. Las unidades portátiles con detectores de fotoionización o de ionización de llama se utilizan para detectar vapores orgánicos locales o incluso sustancias orgánicas en particular. Algunos países aceptan juegos de instrumentos de ensayo para PCB, considerándolos fiables para determinar si el contenido de PCB de los desechos sobrepasa el límite reglamentario. Sin embargo, es probable que dichos ensayos den resultados “falsos positivos” únicamente. Por tanto, ante cualquier duda sobre los resultados del instrumento utilizado en el ensayo de campo, o si el resultado se empleara para fines científicos o legales, también deberán tomarse muestras para análisis químicos mediante métodos normalizados.

3. Vigilancia

93. En el apartado b) del párrafo 2 del artículo 10 (“Cooperación Internacional”), el Convenio de Basilea exige que las Partes “cooperen en la vigilancia de los efectos de la gestión de los desechos peligrosos sobre la salud humana y el medio ambiente”. En el párrafo 1 del artículo 11, el Convenio de Estocolmo estipula que “las Partes alentarán y/o efectuarán vigilancia adecuada respecto de los COP. Un programa de vigilancia debería proporcionar indicios de si las operaciones de gestión de desechos peligrosos se realizan según su diseño, y deberá detectar cambios de la calidad del medio ambiente provocados por dichas operaciones. La información procedente de un programa de vigilancia deberá utilizarse para cerciorarse de que en la operación de gestión de desechos se procesen los tipos adecuados de desechos peligrosos, descubrir y reparar cualquier daño y determinar si un enfoque de gestión alternativo pudiera resultar adecuado. Mediante la ejecución de un programa de vigilancia, los gestores de instalaciones pueden detectar problemas y adoptar medidas adecuadas para resolverlos²⁶”.

F. Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento

94. La manipulación, la recolección, el embalaje, el etiquetado, el transporte y el almacenamiento son etapas especialmente importantes dado el riesgo de posibles derrames, fugas o incendios (por ejemplo durante la preparación para proceder al almacenamiento y a la eliminación) es igual o superior al que entraña la operación normal de equipo. Para determinar los requisitos específicos para el transporte y el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos, es preciso consultar el Manual para la Aplicación del Convenio de Basilea (UNEP 1995a), el Código Internacional Marítimo de Mercancías Peligrosas (OMI, 2002), la Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas de la Asociación del Transporte Aéreo Internacional (IATA) y las Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas – Reglamentación Modelo, de las Naciones Unidas, (Libro Naranja).

95. Los desechos consistentes en COP que los contengan o estén contaminados con ellos a nivel superior al bajo contenido de COP a que se hace referencia en la sección A del capítulo III deben tratarse como desechos peligrosos a fin de evitar derrames y fugas que causen la exposición de los trabajadores, liberaciones en el medio ambiente y la exposición de la comunidad.

1. Manipulación²⁷

96. Las principales preocupaciones relativas a la manipulación de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos son la exposición humana, la liberación accidental al medio ambiente y la contaminación de otras corrientes de desechos con COP. Esos desechos también deberán manipularse separadamente de otros tipos de desechos a fin de evitar la contaminación de esas otras corrientes de desechos. Cada organización que manipule desechos deberá preparar un conjunto de procedimientos, y sus trabajadores deberán capacitarse en dichos procedimientos.

²⁶ Puede obtenerse información adicional sobre vigilancia en Reference Document on the General Principles of Monitoring (European Commission, 2003) y Guidance for a Global Monitoring Programme for Persistent Organic Pollutants (UNEP, 2004a). Véase el anexo V, Referencias.

²⁷ Entre los ejemplos de directrices sobre la manipulación segura de materiales peligrosos y prevención de accidentes se incluyen las preparadas por la Organización Internacional del Trabajo (1999a y 1999b) y la OCDE (2003), incluidas en el anexo V, “Referencias”.

2. Recolección

97. Aunque tal vez las grandes industrias sean responsables de la gestión adecuada de los desechos, generados en su propia actividad, consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, muchas entidades de menor envergadura también poseen dichos desechos. Entre los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos que poseen pequeñas entidades, pueden incluirse los desechos domésticos o los contenedores de plaguicidas de tamaño comercial, las reactancias de lámparas fluorescentes de PCB, los contenedores de pequeñas dimensiones de conservantes de la madera a base de pentaclorofenol contaminados con PCDD y PCDF, pequeñas cantidades de COP “puros” de laboratorios e instalaciones de investigación y semillas revestidas con plaguicidas empleadas en actividades agrícolas y de investigación. Para hacer frente a este variado surtido de desechos peligrosos, muchos gobiernos han creado depósitos donde los propietarios pueden depositar pequeñas cantidades de esos desechos gratuitamente o por un precio nominal. Dichos depósitos pueden ser permanentes o provisionales, o estar ubicados en una estación comercial de transferencia de desechos peligrosos. Un grupo de países pudiera crear, sobre una base regional, depósitos para la recolección de desechos y estaciones de transferencia, o un país desarrollado pudiera facilitarlos a un país en desarrollo.

98. Al crear y poner en práctica programas de recolección, depósitos, y estaciones de transferencia de desechos, deberá prestarse atención a lo siguiente:

- a) Divulgar el programa, las ubicaciones de los depósitos y los períodos de recolección entre todos los posibles propietarios de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.
- b) Conceder tiempo suficiente para la ejecución de los programas de recolección con vistas a lograr la recolección total de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos²⁸;
- c) Incluir en el programa, en la medida posible, todos los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos;
- d) Poner a disposición de los propietarios de desechos contenedores y materiales de transporte seguro aceptables para los materiales de desecho que pudiera ser necesario volver a envasar o proteger para su transporte.
- e) Crear mecanismos de recolección simples y de bajo costo;
- f) Garantizar la seguridad de las personas que descargan los desechos y de los que trabajan en los depósitos;
- g) Garantizar que los operadores de los depósitos utilicen métodos de eliminación adecuados;
- h) Garantizar que el programa y las instalaciones cumplan todos los requisitos legislativos aplicables; y
- i) Garantizar que los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, estén separados de otras corrientes de desechos.

3. Embalaje

99. Los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos se deberán embalar de manera adecuada a fin de facilitar el transporte y como medida de seguridad para reducir el riesgo de fugas y derrames. El embalaje de desechos peligrosos se divide en dos categorías: embalaje para el transporte y embalaje para el almacenamiento.

100. Por lo general la legislación nacional relativa al transporte de mercancías peligrosas reglamenta el embalaje para el transporte. En cuanto a las especificaciones del embalaje para el transporte, se deberán consultar los materiales de referencia publicados por la IATA, la OMI, la CEPE y los gobiernos nacionales.

²⁸ La recolección total tal vez requeriría el funcionamiento continuo o intermitente de los vertederos durante varios años.

101. Algunos preceptos generales relativos al embalaje para el almacenamiento de desechos consistentes por COP, que los contengan o estén contaminados con ellos se enuncian a continuación:

- a) En la mayoría de los casos el embalaje adecuado para el transporte es apropiado para el almacenamiento;
- b) Por lo general, los desechos embalados en sus contenedores originales serán seguros para el almacenamiento, si el embalaje se encuentra en buenas condiciones;
- c) Esos desechos no deberán almacenarse jamás en contenedores de productos que no estaban destinados a contener dichos desechos, o cuyas etiquetas no identifican correctamente el contenido;
- d) Los contenedores en proceso de deterioro o considerados inseguros deberán vaciarse o colocarse en un embalaje exterior en condiciones (sobre envase). Cuando los contenedores inseguros se vacíen, el contenido deberá colocarse en contenedores adecuados, nuevos o renovados. En todos los contenedores nuevos o renovados deberán colocarse etiquetas correspondientes a su contenido que no den lugar a confusión;
- e) Los contenedores de menores dimensiones pueden embalsarse juntos, en contenedores de mayores dimensiones que contengan material absorbente; y
- f) El equipo fuera de servicio que contenga COP puede ser o no ser adecuado como embalaje. El grado de seguridad se determinará en cada caso particular.

4. Etiquetado²⁹

102. El etiquetado de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, es vital para el éxito de los inventarios y es un aspecto de seguridad básico de cualquier sistema de gestión de desechos. Cada contenedor de desechos deberá etiquetarse de manera que sea posible identificarlo (por ejemplo, con el número de identificación), así como los COP presentes y el grado de peligro. Cada nuevo embalaje deberá llevar etiquetas de identificación según se menciona en FAO 2001, Training Manual on Inventory Taking of Obsolete Pesticides, Serie No 10 y ref. No X9899.

5. Transporte

103. Los desechos que consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, deberán transportarse de modo ambientalmente racional a fin de evitar derrames accidentales y seguir adecuadamente su trayecto y conocer su destino final. Antes del transporte deberán prepararse planes de emergencia a fin de reducir al mínimo los efectos ambientales relacionados con derrames, incendios y otras emergencias que pudieran ocurrir en el trayecto. Durante el transporte dichos desechos deberán identificarse, embalarse y transportarse con arreglo las “Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas: Reglamentación Modelo de las Naciones Unidas (Libro Naranja)”. Quienes se encarguen del transporte de esos desechos deberán poseer la calificación o certificación, o ambas, de transportistas de materiales y desechos peligrosos.

104. Pueden obtenerse orientaciones sobre el transporte seguro de materiales peligrosos en la IATA, la OMI y la CEPE, así como en la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI).

6. Almacenamiento³⁰

105. Los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos deberán almacenarse de manera segura, preferentemente en áreas reservadas exclusivamente a esos efectos y lejos de otros materiales y desechos. Las áreas de almacenaje deberán diseñarse de manera que se

²⁹ Se han elaborado normas internacionales para el etiquetado e identificación correctos de desechos. La CEPE (2003b) y la OCDE (2001) han elaborado normas internacionales para la identificación y el etiquetado correcto de los desechos peligrosos. Véase también “Training Manual on Inventory Taking of Obsolete Pesticides”, Series No 10 y reference No X9899 (FAO, 2001) y UNEP (1995b) que figuran en el anexo V, Referencias.

³⁰ En Storage of Hazardous Materials: A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials (UNEP, 1993 – véase el anexo V, Referencias). Pesticide storage and stock control manual, No 3 (FAO, 1996) figura información adicional.

impida la posible liberación de COP al medio ambiente por cualquier vía. Los locales, las áreas o los edificios de almacenamiento deberán ser diseñados por profesionales de experiencia en materia de diseño estructural, gestión de desechos y salud y seguridad ocupacionales o pueden adquirirse prefabricados a proveedores de prestigio.

106. A continuación se exponen algunos principios básicos relativos al almacenamiento seguro de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, a saber:

- a) Los lugares de almacenamiento situados en el interior de edificios de fines múltiples deberán ser locales o espacios cerrados por tabiques en zonas poco frecuentadas, dedicados especialmente a estos fines y provistos de cerradura.
- b) Los edificios independientes o contenedores³¹ destinados al almacenamiento, situados al aire libre, deberán estar rodeados por un cerramiento periférico provisto de cerradura;
- c) Para cada tipo de los desechos mencionados deberán utilizarse zonas, locales o edificios de almacenamiento independientes, a menos que su almacenamiento conjunto se haya aprobado de manera específica;
- d) Dichos desechos no deberán almacenarse en la proximidad de lugares especialmente vulnerables, como hospitales u otras instituciones de salud pública, escuelas, viviendas, instalaciones de elaboración de alimentos, instalaciones de elaboración o almacenamiento de forrajes, operaciones agrícolas o instalaciones situadas cerca o en el interior de emplazamientos ambientalmente vulnerables;
- e) Los locales, edificios y contenedores de almacenamiento deberán ubicarse y mantenerse en condiciones que reduzcan al mínimo la volatilización, lo que incluye temperaturas frescas, cubiertas y cerramientos laterales reflectores, ubicación a la sombra, etc. Cuando sea posible, en especial en los climas más cálidos, los locales y edificios de almacenamiento deberán mantenerse bajo presión negativa y la salida de los gases de escape deberá producirse a través de filtros de carbono, teniendo en cuenta las siguientes condiciones:
 - i) La conveniencia de ventilar un lugar de almacenamiento mediante el filtrado de los gases de escape con carbono cuando la exposición a los vapores de las personas que trabajan en dicho lugar y los que viven y trabajan en sus proximidades constituye una preocupación;
 - ii) La conveniencia de sellar y ventilar un lugar de almacenamiento de manera que solamente se liberen al aire exterior gases de escape bien filtrados, cuando las preocupaciones ambientales sean primordiales;
- f) Los edificios o contenedores dedicados al almacenamiento deberán estar en buenas condiciones y ser de plástico rígido o metal, no de madera, tableros de fibras, paneles de escayola, yeso o aislamiento;
- g) Las cubiertas de los edificios o contenedores dedicados al almacenamiento y el terreno circundante deberán tener una pendiente que garantice el drenaje del lugar de almacenamiento;
- h) Los edificios o contenedores destinados al almacenamiento deberán erigirse sobre asfalto, hormigón o láminas de material plástico duradero (por ejemplo, de 6 mm de espesor);
- i) El pavimento de los lugares de almacenamiento ubicados en el interior de edificaciones deberán ser de hormigón o de láminas de material plástico duradero (por ejemplo, de 6 mm de espesor). El hormigón deberá recubrirse con epóxico duradero;
- j) Los lugares de almacenamiento deberán estar equipados con alarmas de incendio;
- k) Los lugares de almacenamiento ubicados en el interior de edificaciones deberán estar equipados con sistemas de extinción de incendios (preferentemente que no utilicen agua). Si la sustancia ignífuga utilizada es agua, el pavimento del local de

³¹ Con frecuencia los contenedores de transporte se utilizan para almacenamiento.

almacenamiento deberá tener un bordillo de contención y el sistema de drenaje del pavimento no desembocará en el alcantarillado general, en las alcantarillas de aguas pluviales ni directamente en las aguas superficiales; sino deberá tener su propio sistema colector, como un sumidero;

- l) Los desechos líquidos deberán almacenarse en cubetas herméticas o en un área a prueba de filtraciones y que tenga un bordillo de contención. La capacidad de contención deberá ser de al menos el 125% del volumen del desecho líquido, teniendo en cuenta el área ocupada por los productos almacenados en el área de contención;
- m) Las sustancias sólidas contaminadas deberán almacenarse en contenedores sellados, como barriles o cubos, contenedores de acero para desechos (tipo lugger box) o en envases o contenedores contruidos para dicho propósito. Grandes volúmenes de material pueden almacenarse a granel en contenedores de transporte, edificaciones o cámaras destinados a esos fines, a condición de que cumplan los requisitos de seguridad descritos en el presente documento;
- n) Deberá crearse un inventario detallado de los desechos existentes en el lugar de almacenamiento; dicho inventario se mantendrá actualizado cada vez que se agreguen o eliminen desechos;
- o) En el exterior del lugar de almacenamiento deberá haber rótulos que indiquen su condición de lugar de almacenamiento de desechos; y
- p) El lugar de almacenamiento deberá inspeccionarse de forma habitual a fin de detectar fugas de sustancias, degradación de los materiales de los contenedores, actos de vandalismo, alteraciones de la integridad de los sistemas de alarma de incendios y de los sistemas de extinción de incendios, así como del estado general del lugar de almacenamiento.

G. Eliminación ambientalmente racional

1. Tratamiento previo

107. En esta sección se presentan algunas operaciones de tratamiento previo que pudieran ser necesarias para la aplicación adecuada y segura de las tecnologías de eliminación que se describen en las siguientes subsecciones 2 y 3. Hay también otras operaciones de tratamiento previo, que pueden utilizarse. Las operaciones de tratamiento previo antes de la eliminación de conformidad con las subsecciones 2 y 3, deberían realizarse únicamente cuando los COP que se encuentren aislados de los desechos durante el tratamiento previo se eliminen seguidamente de conformidad con la subsección 2. Cuando solamente parte de un producto o desecho, como un equipo de desecho, contiene COP o está contaminado con ellos, debe ser separado y posteriormente eliminado como se especifica en las subsecciones 1 a 4 infra, según proceda.

a) Adsorción y absorción

108. “Sorción” es el término general que se aplica a los dos procesos de adsorción y absorción. Sorción es un método de tratamiento previo que utiliza sólidos para eliminar sustancias de los líquidos o los gases. Adsorción es la separación de una sustancia (líquido, aceite, gas) de una fase y su acumulación en la superficie de otra (carbón activado, zeolita, sílice, etc.). Absorción es el proceso mediante el cual un material transferido de una fase a otra interpenetra la segunda fase para formar una solución (por ejemplo, un contaminante transferido de la fase líquida a carbón activado).

109. Los procesos de adsorción y absorción pueden servir para concentrar contaminantes y separarlos de los desechos acuosos y corrientes de gas. Es posible que el concentrado y el adsorbente o absorbente necesiten ser tratados antes de su eliminación.

b) Deseccación

110. La deseccación es un proceso de tratamiento previo que elimina parte del agua de los desechos que serán tratados. La deseccación se puede utilizar en las tecnologías de eliminación que no son apropiadas para los desechos acuosos. Por ejemplo, a una temperatura y presión ambiente el agua

puede reaccionar de manera explosiva con el sodio o las sales fundidas. Según el tipo de contaminante, los vapores resultantes pueden requerir condensación o depuración y recibir tratamiento ulterior.

c) Separación mecánica

111. Se puede recurrir a este método para extraer residuos de gran tamaño de la corriente de desechos o para tecnologías que no son apropiadas para suelos y para desechos sólidos, a la vez.

d) Mezcla

112. Para optimizar la eficiencia del tratamiento tal vez sea apropiado mezclar los materiales antes de proceder al tratamiento de desechos. No obstante, no es ambientalmente racional, mezclar desechos con un contenido de COP superior al definido como bajo contenido de COP, con otros materiales, únicamente con el objetivo de generar una mezcla con un contenido de COP inferior al definido como bajo contenido de COP.

e) Separación de aceite y agua

113. Algunas tecnologías de tratamiento no son idóneas para los desechos acuosos; mientras que otras no lo son para los oleosos. En estos casos puede recurrirse a la separación de aceite y agua para separar la fase oleosa del agua. Es posible que tras la separación, la fase oleosa y el agua estén contaminadas y necesiten ser tratadas.

f) Ajuste del pH

114. Algunas tecnologías de tratamiento alcanzan su máxima eficacia en determinado intervalo de valores de pH y en tales condiciones a menudo se utilizan álcalis, ácidos o el CO₂ para controlar los niveles de pH. Determinadas tecnologías pueden incluso exigir el ajuste del pH como medida de postratamiento.

g) Trituración

115. Algunas tecnologías solamente pueden procesar desechos que tengan un tamaño determinado. Por ejemplo, es posible que algunas puedan aplicarse a desechos sólidos contaminados con COP solamente si son de un diámetro inferior a los 200 micrones. En estos casos se puede aplicar la trituración para reducir los componentes de los desechos a partículas de un diámetro determinado. Otras tecnologías de eliminación exigen que se preparen lechadas antes de introducir los desechos en el reactor principal. Se debe tener en cuenta la posible contaminación de las trituradoras al procesar desechos que consistan en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos. En consecuencia, deben tomarse precauciones para impedir la subsiguiente contaminación de corrientes de desechos sin COP.

h) Lavado con disolventes

116. Es posible recurrir al lavado con disolventes para eliminar COP de equipo eléctrico, como condensadores y transformadores. Esta tecnología también ha sido utilizada para tratar suelos contaminados y materiales de sorción usados en el tratamiento previo de adsorción o absorción

i) Desorción térmica

117. La desorción térmica a baja temperatura, conocida también como volatilización térmica a baja temperatura, purga térmica y calcinación de suelos es una tecnología correctiva de aplicación ex situ que utiliza el calor físicamente para separar los compuestos y elementos volátiles y semivolátiles (habitualmente petróleo e hidrocarburos) de los medios contaminados (casi siempre suelos excavados). Esos procesos se han utilizado para descontaminar las superficies no porosas de equipo eléctrico como carcasas de transformadores que contenían líquidos dieléctricos con PCB. La desorción térmica de los desechos que contengan COP o estén contaminados con ellos podría provocar la formación de COP de forma no intencional, que podrían requerir un tratamiento adicional.

2. Métodos de destrucción y transformación irreversible

118. Se permitirán las siguientes operaciones de eliminación, previstas en las secciones A y B del anexo IV del Convenio de Basilea, a los fines de destrucción o transformación irreversible del contenido de COP de los desechos, si se aplican de manera que garanticen que los desechos restantes y las liberaciones no tengan las características de los COP:

- D9 Tratamiento fisicoquímico,
- D10 Incineración en la tierra, y
- R1 Utilización como combustible (que no sea en la incineración directa) u otros medios de generar energía.

119. Los COP que se hayan extraído de los desechos durante una operación de tratamiento previo se deberán eliminar posteriormente conforme a las operaciones D9 y D10.

120. En esta subsección se exponen las operaciones disponibles en el mercado para la destrucción y la transformación irreversible ambientalmente racional del contenido de COP en los desechos³². Cabe señalar que esas operaciones están sujetas a la legislación nacional.

121. Si bien la información contenida en estas directrices sobre proveedores de tecnologías de destrucción y transformación irreversible parece ser exacta, el PNUMA no asume responsabilidad alguna por posibles inexactitudes u omisiones y las consecuencias que puedan derivarse. Ni el PNUMA, ni ninguna de las personas que han participado en la preparación de este documento será responsable de cualesquiera lesiones, pérdidas, daños o perjuicios causados por terceros que hayan actuado sobre la base de su interpretación personal de la información contenida en la presente publicación.

122. En el anexo IV figura un estudio económico de las tecnologías que se exponen a continuación:

a) Reducción por metal alcalino³³

123. *Descripción del proceso:* La reducción supone el tratamiento de desechos con metales alcalinos dispersos. Los metales alcalinos reaccionan con el cloro en los desechos halogenados produciendo sal y desechos no halogenados. Normalmente, el proceso tiene lugar a presión atmosférica y a temperaturas de entre 60°C y 180°C³⁴. El tratamiento puede realizarse in situ (es decir, en transformadores contaminados con PCB) o ex situ en un recipiente de reacción. Este proceso admite diversas variantes³⁵. Si bien se ha utilizado potasio, el agente reductor más comúnmente utilizado es el sodio metálico. La información siguiente se basa en experiencias obtenidas con el uso del sodio metálico.

124. *Eficiencia:* Se han registrado valores de la eficiencia de destrucción (ED) superiores al 99,999% y de eficiencia de remoción de la destrucción (ERD) del 99,9999% para la aldrina, el clordano y los PCB (Ministerio del Medio Ambiente del Japón, 2004). También, se ha demostrado que el proceso de reducción por sodio cumple los criterios reguladores establecidos en Australia, el Canadá, los Estados Unidos de América, el Japón, Sudáfrica y la Unión Europea para el tratamiento de aceites de transformadores que contienen PCB, es decir, menos de 2 ppm en residuos sólidos y líquidos³⁶.

³² Puede obtenerse información adicional sobre estas tecnologías u otras que se encuentran en fase experimental o de prueba, en Review of Emerging, Innovative Technologies for the Destruction and Decontamination of POPs and the Identification of Promising Technologies for Use in Developing Countries (UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias).

³³ En UNEP, 1998b; UNEP, 2000b; y UNEP, 2004b. Figura información adicional en el anexo V, Referencias.

³⁴ Ariizumi Otsaka, Kamiyama and Hosani, 1997, y Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999, véase anexo V, Referencias).

³⁵ Véase Piersol, 1989, anexo V, Referencias.

³⁶ Véanse Piersol, 1989 y UNEP, 2004b, anexo V, Referencias.

125. *Tipos de desechos:* Se ha ensayado el proceso de reducción por sodio en aceites contaminados con PCB con concentraciones de hasta 10.000 ppm³⁷. Algunos proveedores han afirmado además que este proceso tiene capacidad de servir como tratamiento de condensadores y transformadores en su totalidad³⁸.
126. *Tratamiento previo:* Se podrá proceder al tratamiento ex situ una vez se haya efectuado la extracción por disolventes de PCB. El tratamiento de condensadores y transformadores completos podría realizarse después de haberlos triturado para reducir su tamaño³⁹. El tratamiento previo debe incluir la extracción de agua para evitar reacciones explosivas con el sodio metálico.
127. *Emisiones y residuos:* Las emisiones a la atmósfera incluyen las de nitrógeno e hidrógeno gaseosos. Probablemente las emisiones de compuestos orgánicos son relativamente menores⁴⁰. No obstante, se ha observado que se pueden formar PCDD/PCDF a partir de clorofenoles en condiciones alcalinas a temperaturas incluso de 150 °C (Weber, 2004). Entre los residuos que se producen durante el proceso están el cloruro sódico, hidróxido de sodio, polibifenilos y agua⁴¹. En algunas variaciones, también se forma un polímero solidificado⁴².
128. *Control de liberaciones y postratamiento:* Tras la reacción, los subproductos se pueden separar del aceite combinando el filtrado y la centrifugación. El aceite descontaminado se puede reutilizar; el cloruro sódico puede reutilizarse o eliminarse en vertederos y el polímero solidificado se puede eliminar en vertederos⁴³.
129. *Requerimientos energéticos:* Se prevé que los requerimientos energéticos inmediatos sean relativamente bajos dadas las bajas temperaturas de operación asociadas con el proceso de reducción por sodio.
130. *Requerimientos materiales:* Se necesitan cantidades significativas de sodio para realizar este proceso⁴⁴.
131. *Movilidad:* Este proceso está disponible en configuración móvil y fija.⁴⁵
132. *Salud y seguridad:* El sodio metálico disperso puede reaccionar de manera violenta y explosiva con el agua, lo cual constituye un peligro significativo para los operadores. El sodio metálico puede asimismo reaccionar con diferentes sustancias y producir hidrógeno, gas inflamable y explosivo al mezclarse con el aire. Debe tenerse gran cuidado en el diseño y operación del proceso para excluir totalmente el agua (y algunas otras sustancias, como los alcoholes) de los desechos y evitar cualquier otro contacto con el sodio. Una instalación en Delfzijl (Países Bajos) ha resultado gravemente afectada por un incendio.
133. *Capacidad:* En instalaciones móviles se pueden tratar diariamente hasta 15.000 litros de aceite de transformadores⁴⁶.
134. *Otras cuestiones prácticas:* La reducción por sodio utilizada para el tratamiento in situ de aceites de transformadores contaminados con PCB quizás no destruya todos esos PCB contenidos en las porosidades internas del transformador. Algunos autores han señalado que se carece de información sobre las características de los residuos⁴⁷.
135. *Comercialización:* Este proceso se ha utilizado comercialmente durante unos 20 años.
136. Proveedores:

³⁷ Véase UNEP, 2004b, anexo V, Referencias.

³⁸ Ibid.

³⁹ Ibid.

⁴⁰ Véase Piersol, 1980, anexo V, Referencias.

⁴¹ Véase UNEP, 2004b, anexo V, Referencias.

⁴² Véase UNEP, 2000b, anexo V, Referencias.

⁴³ Ibid.

⁴⁴ UNEP, 2004b, anexo V, Referencias.

⁴⁵ Ibid.

⁴⁶ Ibid.

⁴⁷ Véase UNEP, 2000b, anexo V, Referencias.

- a) Dr. Bilger Umweltconsulting GmbH – www.bilgergmbh.de;
- b) Decoman srl, Italia – www.decoman.it;
- c) Envio Germany GmbH & Co. KG – www.envio-group.com;
- d) Kinectrics Inc.–www.kinectrics.com;
- e) Nippon Soda Co. Ltd. – www.nippon-soda.co.jp;
- f) Orion BV, Países Bajos – www.orionun2315.nl/3n/index.php.
- g) Powertech Labs Inc. – www.powertechlabs.com;
- h) Sanexen Environmental Services Inc. – www.sanexen.com.

b) Descomposición catalizada por bases (DCB)⁴⁸

137. *Descripción del proceso:* El proceso de DCB es el tratamiento de desechos en presencia de una mezcla de reactivos que incluye aceite donante de hidrógeno, hidróxido de un metal alcalino y catalizador patentado. Cuando la mezcla se calienta a más de 300°C, el reactivo produce hidrógeno atómico altamente reactivo. El hidrógeno atómico reacciona con el desecho eliminando los constituyentes que aportan la toxicidad a los compuestos.

138. *Eficiencia:* Se han registrado ED de 99,99% a 99,9999% para el DDT, los PCB, PCDD y PCDF⁴⁹. También se han registrado ED superiores al 99,999% y EDR superiores al 99,9999% para el clordano (Ministerio de Medio Ambiente del Japón (2004). Asimismo, se ha registrado que es posible reducir los productos orgánicos clorados a menos de 2 mg/kg⁵⁰.

139. *Tipos de desechos:* La DCB debe ser aplicable a otros COP además de a los tipos de desechos mencionados anteriormente⁵¹. La DCB debe ser capaz de tratar desechos con elevada concentración de COP, y tiene una aplicabilidad demostrada a desechos con un contenido de PCB superior al 30%⁵². Se creyó que, en la práctica, la formación de sales dentro de la mezcla tratada podría limitar la concentración de material halogenado apto para el tratamiento⁵³. No obstante, el proveedor ha indicado que la formación de sal en el reactor limita únicamente el volumen de desechos que puede colocarse en el reactor y que este problema no parece ser insoluble. Entre las matrices de desechos aplicables están los suelos, los sedimentos, los fangos y los líquidos. La empresa BCD Group afirma además que se ha demostrado que el proceso destruye los PCB en las superficies de madera, papel y metal de los transformadores.

140. *Tratamiento previo:* Los suelos pueden ser tratados directamente. No obstante, para ello quizás sea necesario aplicar diferentes tipos de tratamiento previo:

- a) Tal vez sea necesario separar las partículas más grandes mediante tamizado y triturarlas para reducir su tamaño; o
- b) Quizás se deba ajustar el pH y el grado de humedad.

141. *La desorción térmica* se ha utilizado también conjuntamente con la DCB para eliminar los COP de los suelos antes del tratamiento. En esos casos, el suelo se mezcla previamente con bicarbonato de sodio antes de ser introducido en el dispositivo de desorción térmica⁵⁴. Antes de iniciar el tratamiento será preciso evaporar el agua de los medios acuosos, incluidos los fangos húmedos. Los condensadores

⁴⁸ Se puede obtener información adicional de CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner, Luscombe y Simpson, 1998; Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 2004; Rahuman, Pistone, Trifirò and Miertu, 2000; UNEP, 1998b; UNEP, 2001; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002. Véase el anexo V, Referencias.

⁴⁹ Véase UNEP, 2004b, anexo V, Referencias.

⁵⁰ Véase UNEP, 2001, anexo V, Referencias.

⁵¹ Véanse UNEP, 2004b y Vijgen, 2002, anexo V, Referencias.

⁵² Véase Vijgen, 2002, anexo V, Referencias.

⁵³ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000 y UNEP 2001, anexo V, Referencias.

⁵⁴ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997, anexo V, Referencias.

pueden ser sometidos a tratamiento luego de haberse reducido su tamaño mediante trituración⁵⁵. De estar presentes solventes volátiles, como en el caso de los plaguicidas, deberán ser eliminados mediante destilación antes de iniciarse el tratamiento⁵⁶.

142. *Emisiones y residuos:* Está previsto que las emisiones a la atmósfera sean relativamente reducidas. La probabilidad de que se formen PCDD y PCDF durante el proceso de DCB es relativamente baja. No obstante, se ha señalado que se pueden formar PCDD a partir de clorofenoles en condiciones alcalinas y a temperaturas tan poco elevadas como los 150° C (Weber, 2004). Otros residuos que se producen durante la reacción de DCB son fangos que contienen principalmente agua, sal, aceite donante de hidrógeno no usado y residuos de carbono. El proveedor afirma que los residuos de carbono son inertes y no tóxicos. Para más detalles, se remite a los usuarios a la literatura publicada por BCD Group, Inc.

143. *Control de liberaciones y postratamiento:* Según el tipo de aceite donante de hidrógeno que se utilice, el residuo tipo lechada puede ser tratado de diferentes maneras. Si se ha utilizado aceite combustible No. 6, los fangos se pueden eliminar como combustible en un horno de cemento. De utilizarse aceites más refinados, estos se pueden separar del fango por gravedad o centrifugación. Los aceites se pueden reutilizar y el fango remanente puede volverse a tratar para utilizarlo como agente neutralizador o para eliminarlo en vertederos⁵⁷. Además, las instalaciones de DCB están provistas de trampas de carbón activado a fin de reducir al mínimo la liberación de productos orgánicos volátiles en las emisiones gaseosas.

144. *Requerimientos energéticos:* Se prevé que los requerimientos energéticos sean relativamente bajos dadas las bajas temperaturas de operación asociadas con el proceso de DCB.

145. *Requerimientos materiales:*

- a) Aceite donante de hidrógeno, como el aceite combustible No. 6 o los aceites Sun Par números LW-104, LW-106 y LW-110;
- b) Carbonato, bicarbonato o hidróxido de metal alcalino o alcalino térreo, como el bicarbonato sódico. La cantidad de álcalis necesaria depende de la concentración del contaminante halogenado presente en el medio⁵⁸. Las cantidades oscilan entre el 1% y aproximadamente el 20% en peso del medio contaminado; y
- c) Catalizador patentado equivalente al 1% por volumen del aceite donante de hidrógeno;

146. Se considera que el equipo para este proceso está disponible en el mercado⁵⁹.

147. *Movilidad:* Se han construido equipos modulares, móviles y fijos.

148. *Salud y seguridad:* Existen, los riesgos para la salud y la seguridad asociados con la aplicación de esta tecnología se consideran bajos⁶⁰, aunque en Melbourne, Australia, una instalación de DCB quedó inutilizada tras un incendio en 1995. El incendio fue atribuido al uso de un recipiente de almacenamiento sin una capa de nitrógeno⁶¹. Algunos tratamientos previos conexos, como el tratamiento previo alcalino de condensadores y la extracción por solventes entrañan riesgos significativos de incendio y explosión, aunque éstos pueden reducirse al mínimo si se toman las debidas precauciones⁶².

149. *Capacidad:* Con la DCB se pueden procesar hasta 9.482 litros por lote, siendo posible tratar entre dos y cuatro lotes diarios⁶³.

⁵⁵ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997 y UNEP 2001, anexo V, Referencias.

⁵⁶ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997, anexo V, Referencias.

⁵⁷ Véase UNEP, 2004b, anexo V, Referencias.

⁵⁸ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997 y UNEP 2001, anexo V, Referencias.

⁵⁹ Véase Rahuman et al., 2000, anexo V, Referencias.

⁶⁰ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997 y Rahuman et al., 2000, anexo V, Referencias.

⁶¹ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997, anexo V, Referencias.

⁶² Ibid.

⁶³ Véanse Vijgen, 2002 y UNEP, 2004b, anexo V, Referencias.

153. *Otras cuestiones prácticas:* Dado que el proceso de DCB incluye la purga del cloro del compuesto de desecho, el proceso de tratamiento puede dar lugar a un aumento en la concentración de especies cloradas inferiores. Ello pudiera ser motivo de preocupación en el tratamiento de los PCDD y PCDF, donde los congéneres menos clorados son significativamente más tóxicos que los congéneres más clorados. Por tanto, es importante que el proceso sea vigilado adecuadamente, para asegurarse de que la reacción se mantenga hasta su fin. En el pasado se informó de que el proceso de DCB no logró tratar desechos de concentración elevada debido a la acumulación de sales⁶⁴. Sin embargo, más recientemente se ha informado de que este problema quedó resuelto⁶⁵.

154. *Comercialización:* El proceso de DCB se ha utilizado en dos operaciones comerciales en Australia una de las cuales se encuentra todavía en funcionamiento. Otro sistema comercial ha estado en explotación en México desde hace dos años. Además, sistemas de DCB se han utilizado en proyectos de corta duración en Australia, España y Estados Unidos de América. Está en construcción una instalación de DCB para el tratamiento de desechos de suelos y plaguicidas contaminados con PCDD y PCDF en la República Checa.

155. *Proveedores:* La patente de esta tecnología la posee BCD Group, Inc., USA (www.bcdinternational.com). BCD Group, Inc. vende licencias de explotación de la tecnología. Actualmente, poseen licencias empresas con sede en Australia, Japón, México y los Estados Unidos de América.

c) **Hidrodecloración catalítica (HDC)**

156. *Descripción del proceso.* La HDC supone el tratamiento de desechos con gas hidrógeno y catalizador de paladio sobre carbono (Pd/C) disperso en aceite de parafina. El hidrógeno reacciona con el cloro del desecho halogenado para producir cloruro de hidrógeno (HCl) y desecho no halogenado. En el caso de los PCB, el principal producto es el bifenilo. El proceso se desarrolla a presión atmosférica y temperaturas comprendidas entre 180° C y 260° C (Sakai, Peter y Oono, 2001; Noma, Sakai y Oono, 2002; y Noma, Sakai y Oono, 2003a y 2003 b).

157. *Eficiencia.* Se han registrado ED de 99,98% a 99,9999% para PCB. También se ha registrado que es posible una reducción del contenido de PCB a menos de 0,5 mg/kg.

158. *Tipos de desechos.* La HDC se ha probado con PCB eliminados de condensadores usados. También se han declorado PCDD/PCDF contenidos en PCB como impurezas. Un proveedor afirma también que los desechos clorados en estado líquido o disueltos en disolventes pueden tratarse por HDC.

159. *Tratamiento previo.* Es preciso extraer los PCB y PCDD/PCDF utilizando disolventes o aislarlos por vaporización. Deben eliminarse por destilación antes del tratamiento las sustancias de bajo punto de ebullición tales como el agua o los alcoholes.

160. *Emisiones y residuos.* No se producirán emisiones durante la reacción de decloración porque tiene lugar en el sistema cerrado de circulación del hidrógeno. El HCl no se descarga de la reacción porque se recoge con agua como ácido hidrocórico dentro del sistema de circulación. El bifenilo aislado por destilación tras la reacción no contiene ningún material tóxico.

161. *Control de liberaciones y postratamiento.* El principal producto, bifenilos se separa del disolvente de la reacción por destilación una vez concluida ésta, y el catalizador del disolvente de la reacción vuelven a utilizarse para la siguiente reacción.

162. *Requerimientos energéticos.* Se espera que los requerimientos energéticos sean relativamente bajos debido a las bajas temperaturas de funcionamiento con que se desarrolla el proceso de HDC.

163. *Requerimientos materiales.* El proceso de HDC requiere la misma cantidad de moléculas de hidrógeno que las de cloro en los PCB, así como un 0,5% en peso de catalizador.

164. *Movilidad.* La HDC está disponible en configuraciones fijas y móviles, según el volumen de PCB que haya que tratar.

⁶⁴ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997, anexo V, Referencias.

⁶⁵ Véase Vijgen, 2002, anexo V, Referencias.

165. *Salud y seguridad.* El uso de gas hidrógeno requiere controles adecuados y salvaguardias para tener la certeza de que no se forman mezclas aire-hidrógeno explosivas.
166. *Capacidad.* En Japón, se está diseñando actualmente, y estará construida en dos años, una planta que es capaz de tratar 2 Mg de PCB diarios utilizando el proceso de HDC.
167. *Otras cuestiones prácticas.* Existen numerosos informes sobre la dechloración de PCB utilizando HDC. En general, el catalizador de Pd/C tiene la mayor tasa de degradación en comparación con otros catalizadores de soporte metálico. Pueden aumentarse las temperaturas de reacción a 260° C cuando se utiliza como disolvente de la reacción aceite de parafina.
168. *Comercialización.* Una empresa de Japón comenzó a tratar los condensadores que contienen PCB o están contaminados con ellos utilizando una planta de HDC en 2004. En el plazo de dos años funcionará una planta de HDC a escala comercial en Japón.
169. *Proveedor(es).* La patente de esta tecnología la posee Kansai Electric Power Company y Kanden Engineering Company (www.kanden-eng.co.jp).
170. *Información adicional.* En Technical Guideline for Treatment of PCBs in Japan (Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999) figura información adicional.

d) Coincineración en horno de cemento⁶⁶

168. *Descripción del proceso:* Por lo general, los hornos de cemento consisten en un cilindro de entre 50 y 150 metros de largo, ligeramente inclinado con respecto a la horizontal (en pendiente de entre 3% y 4%), cuya rotación oscila entre 1 y 4 revoluciones por minuto aproximadamente. Por el extremo superior, o “frío”, del horno rotatorio se introducen las materias primas, como piedra caliza, silicio, alúmina y óxidos de hierro. La pendiente y la rotación hacen que los materiales descendan hasta el extremo inferior, o “caliente”, del horno. Este recibe calor por el extremo inferior, donde las temperaturas llegan a ser de 1.400°C–1.500°C. A medida que los materiales se desplazan en el horno son sometidos a un proceso de secado y tratamiento térmico para formar el clínker.
169. *Eficiencia:* Se han registrado valores de ERD superiores al 99, 99998% para los PCB en varios países (Ahling, 1979; Benestad, 1989; Luber, 1987; Mantus, 1992. US EPA, 1986; Lauber, 19982; von Krogbeumker, 1994; Black 1983).
170. *Tipos de desechos:* Como se mencionó anteriormente, los hornos de cemento se han probado con PCB, pero deben ser aplicables a otros COP. En los hornos de cemento se pueden tratar desechos tanto líquidos como sólidos⁶⁷.
171. *Tratamiento previo:* El tratamiento previo puede incluir:
- a) La desorción térmica previa de desechos sólidos; y
 - b) La homogenización de desechos sólidos y líquidos mediante secado, trituración, mezcla y molienda.
172. *Emisiones y residuos:* Entre las emisiones posibles figuran los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono, el óxido y dióxido de azufre, metales y sus compuestos, cloruro de hidrógeno, fluoruro de hidrógeno, NH₃, PCDD, PCDF, y benceno, tolueno, xileno, hidrocarburos aromáticos policíclicos, clorobenzenos y PCB⁶⁸. No obstante, cabe señalar que los hornos de cemento pueden cumplir con el requisito de mantener los niveles de emisiones a la atmósfera de PCDD y PCDF por

⁶⁶ Puede obtenerse información adicional de CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 2004; Karstensen, 2001; Rahuman et al., 2000; Stobiecki, Cieszkowski, Silowiecki y Stobiecki, 2001 y UNEP, 1998b. Además, puede obtenerse información adicional sobre las MTD y MPA referidas a los hornos de cemento que incineran desechos peligrosos en Comisión Europea, 2001 y UNEP 2004c. Véase el anexo V, Referencias.

⁶⁷ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000 y UNEP, 2004c, anexo V, Referencias.

⁶⁸ Véase UNEP, 2004c en el anexo V, Referencias.

debajo de 0,1 ng EQT/Nm³.⁶⁹ Entre los residuos figura el polvo del horno de cemento capturado por el sistema de control de la contaminación atmosférica.

173. *Control de liberaciones y postratamiento:* Los gases de proceso requieren ser tratados para eliminar el polvo del horno de cemento y los compuestos orgánicos, el dióxido de azufre, el óxido de nitrógeno, así como el calor, a fin de reducir al mínimo la formación de PCDD y PCDF. Entre los tratamientos figuran el uso de precalentadores, precipitadores electrostáticos, filtros textiles y filtros de carbón activado⁷⁰. Se han registrado concentraciones de PCDD y PCDF en los polvos del horno de cemento que oscilan entre 0,4 y 2,6 ppb^{71, 72}. En consecuencia, los polvos del horno de cemento que recuperados deben ser realimentados a los hornos, en la mayor medida posible, mientras que el resto quizás deba ser eliminado en un vertedero especialmente diseñado, a un almacenamiento permanente en una formación o mina subterránea.

174. *Requerimientos energéticos:* Los nuevos sistemas de horno, con precalentador de ciclones de 5 etapas y precalcinadores necesitarán como promedio 2 900–3 200 MJ para producir 1 Mg de clínker⁷³.

175. *Requerimientos materiales:* La producción de cemento requiere grandes cantidades de materiales, en particular, piedra caliza, silicio, alúmina, óxidos de hierro y yeso⁷⁴.

176. *Movilidad:* Los hornos de cemento están disponibles sólo como plantas fijas.

177. *Salud y seguridad:* El tratamiento de desechos en hornos de cemento puede considerarse un proceso relativamente seguro si se diseña y aplica adecuadamente⁷⁵.

178. *Capacidad:* Los hornos de cemento que incineran desechos como combustible complementario normalmente están limitados a un máximo de 40% de los requerimientos de calor para desechos peligrosos⁷⁶. No obstante, se ha señalado que los hornos de cemento con una alta producción podrían tratar cantidades considerables de desechos⁷⁷.

179. *Otras cuestiones prácticas:* Los hornos de cemento utilizados en el tratamiento de desechos pueden requerir modificaciones en el horno rotativo⁷⁸. Los puntos posibles de alimentación para suministrar combustible al horno son:

- a) El quemador principal situado en el extremo de salida del horno rotatorio;
- b) Una tolva de alimentación en la cámara de transición en el extremo de entrada del horno rotatorio (para combustible a granel);
- c) Quemadores secundarios en el conducto ascendente;
- d) Quemadores de precalcificación en el precalcinador;
- e) Una tolva de alimentación en el precalcinador/precalentador (para combustible a granel);
- f) Una válvula en la mitad del horno en el caso de hornos rotatorios largos para la fabricación por vía húmeda y seca (para combustible a granel), (UNEP, 2004c).

180. Los cloruros influyen en la calidad del cemento, por lo que es preciso limitarlos. El cloro está presente en todas las materias primas utilizadas en la fabricación de cemento, por lo que el contenido de cloro del desecho peligroso es esencial. Ahora bien, si se combinan suficientemente, los hornos rotatorios de cemento pueden tratar desechos peligrosos con contenidos elevados de cloro.

⁶⁹ Véase UNEP, 2004c en el anexo V, Referencias.

⁷⁰ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Karstensen, 2001 y UNEP, 2004c en el anexo V, Referencias.

⁷¹ No se indicaron los EQT.

⁷² Véase UNEP 2004c en el anexo V, Referencias.

⁷³ Ibid.

⁷⁴ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997 en el anexo V, Referencias.

⁷⁵ Ibid.

⁷⁶ Véase UNEP, 2004c en el anexo V, Referencias.

⁷⁷ Véase UNEP, 1998b en el anexo V, Referencias.

⁷⁸ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997 y UNEP, 2004c en el anexo V, Referencias.

181. *Comercialización:* En Estados Unidos de América y algunos países de Europa se han utilizado hornos rotatorios de cemento para tratar desechos contaminados con COP. (World Business Council, 2004: Formation and Release of POPs in the Cement Industry.).

182. *Proveedores:* En el inventario mundial de la capacidad de destrucción de PCB se describen varias operaciones de coincineración en horno rotatorio de cemento en curso⁷⁹.

e) **Reducción química en fase gaseosa (RQFG)⁸⁰**

183. *Descripción del proceso:* El proceso de RQFG entraña la reducción termoquímica de compuestos orgánicos. A temperaturas superiores a los 850°C y a bajas presiones, el hidrógeno reacciona con los compuestos orgánicos clorados para formar principalmente metano y cloruro de hidrógeno.

184. *Eficiencia:* Se han registrado DE de 99,9999% para DDT, HCB, PCB, PCDD y PCDF⁸¹.

185. *Tipos de desechos:* Además de las sustancias mencionadas anteriormente, el proceso de RQFG debe ser apropiado también para tratar desechos consistentes en todos los demás COP contaminados que los contengan, o estén contaminados con ellos⁸². La RQFG es capaz de tratar desechos con concentraciones elevadas de COP⁸³, incluidos líquidos acuosos y oleosos, suelos, sedimentos, transformadores y condensadores⁸⁴.

186. *Tratamiento previo:* Según el tipo de desecho, se utiliza una de las tres unidades de tratamiento previo siguientes para volatilizar los desechos antes de que sean tratados en el reactor de RQFG:

- a) Procesador de reducción térmica por lotes (PTRL) para los sólidos a granel, incluidos los envasados en bidones;
- b) Reactor Torbed para suelos y sedimentos contaminados, que también puede adaptarse para el tratamiento de líquidos; y
- c) Sistema de precalentador de desechos líquidos (SPDL)⁸⁵.

187. Además, es necesario realizar otros tipos de procesamiento previo para grandes condensadores y escombros de construcción. Los grandes condensadores se perforan y drenan, mientras que el tamaño de los escombros y el hormigón se debe reducir de tamaño a menos de un metro cuadrado⁸⁶.

188. *Emisiones y residuos:* Además de cloruro de hidrógeno y metano es posible que se liberen hidrocarburos de bajo peso molecular. Entre los residuos del proceso de RQFG están licores y agua de desecho. Los desechos sólidos tratados generarán también residuos sólidos⁸⁷. Como el proceso de RQFG tiene lugar en una atmósfera reductora, se considera que la posibilidad de que se formen PCDD y PCDF es limitada⁸⁸.

⁷⁹ Véase UNEP, 1998b en el anexo V, Referencias.

⁸⁰ Puede obtenerse información adicional de CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 2004; Kümmling, Gray, Power and Woodland, 2001; Rahuman et al., 2000; Ray, 2001; UNEP, 2001; UNEP, 2004b; y Vijgen, 2002. Véase el anexo V, Referencias.

⁸¹ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Kümmling, 2001; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002. Véase en el anexo V, Referencias.

⁸² Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Referencias.

⁸³ Véanse UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V Referencias.

⁸⁴ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Referencias.

⁸⁵ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Kümmling et al., 2001; UNEP, 2001; UNEP, 2004b y Vijgen, 2004 en el anexo V, Referencias.

⁸⁶ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997 en el anexo V, Referencias.

⁸⁷ Véanse UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Referencias.

⁸⁸ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997 y Rahuman et al., 2000 en el anexo V, Referencias.

189. *Control de liberaciones y postratamiento:* Los gases que salen del reactor son depurados para eliminar el agua, el calor, los ácidos y el dióxido de carbono⁸⁹. Los residuos y partículas del depurador deberán ser eliminados fuera de la instalación⁹⁰. Los residuos sólidos que generen los desechos sólidos tratados deberán ser aptos para la eliminación en vertederos⁹¹.

190. *Requerimientos energéticos:* El metano que se produce durante el proceso puede aportar gran parte del combustible necesario⁹². Se ha registrado que el consumo de electricidad oscila entre 96 kWh por tonelada de suelo tratado y unos 900 kWh por tonelada de contaminantes orgánicos puros tratados⁹³.

191. *Requerimientos materiales:* Es necesario el suministro de hidrógeno, al menos durante la iniciación del proceso. Se ha determinado que el metano producido durante el proceso de RQFG se puede utilizar para formar cantidades de hidrógeno suficientes para alimentar el proceso en las etapas posteriores⁹⁴. Sin embargo, las unidades de producción de hidrógeno han tenido numerosos problemas de fiabilidad en el pasado⁹⁵. Entre los demás requerimientos materiales está la solución cáustica para el depurador de ácidos⁹⁶.

192. *Movilidad:* La tecnología de RQFG está disponible en unidades fijas y móviles⁹⁷.

193. *Salud y seguridad:* La utilización del hidrógeno gaseoso bajo presión requiere controles y salvaguardias apropiados a fin de evitar que se formen mezclas explosivas de aire-hidrógeno⁹⁸. La experiencia operacional acumulada hasta hoy indica que el proceso de RQFG se puede realizar en condiciones de seguridad⁹⁹.

194. *Capacidad:* La capacidad del proceso de RQFG depende de la capacidad de las tres unidades de tratamiento previo, como se especifica a continuación:

- a) Una unidad de PRTD es capaz de tratar hasta 100 toneladas de sólidos mensuales o hasta 4 litros de líquido por minuto. Se pueden utilizar en paralelo dos unidades de TRBP para duplicar esta capacidad;
- b) El reactor TORBED tiene una capacidad de hasta 5 000 toneladas mensuales de suelos y sedimentos, aunque esta unidad de tratamiento previo está aún en la fase de desarrollo;
- c) El SPDL tiene una capacidad de tres litros por minuto¹⁰⁰.

195. *Otras cuestiones prácticas:* En etapas de desarrollo anteriores se observó que contaminantes como el azufre y el arsénico inhibían el tratamiento, pero se desconoce si este problema continúa¹⁰¹.

196. *Comercialización:* En Canadá y Australia se han explotado a escala comercial plantas de RQFG. En Australia, esta planta estuvo funcionando durante más de 5 años. Además, recientemente se concedió autorización a una planta de RQFG en el Japón¹⁰².

⁸⁹ Véanse Kümmling et al., 2001; CMPS&F – Environment Australia, 1997 y Rahuman et al., 2000 en el anexo V, Referencias.

⁹⁰ Véanse Rahuman et al, 2000 y Vijgen, 200 en el anexo V, Referencias.

⁹¹ Véase UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias.

⁹² Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2001; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Referencias.

⁹³ CMPS&F – Environment Australia, 1997 en el anexo V, Referencias.

⁹⁴ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Referencias.

⁹⁵ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1999 en el anexo V, Referencias.

⁹⁶ Véase UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias.

⁹⁷ Véanse UNEP, 2001; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Referencias.

⁹⁸ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997 en el anexo V, Referencias.

⁹⁹ Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997 y UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias.

¹⁰⁰ Véanse UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Referencias.

¹⁰¹ Véase CMPS&F – Environment Australia, 1997 en el anexo V, Referencias.

¹⁰² Véanse CMPS&F – Environment Australia, 1997; Kümmling et al., 2001; Ray, 2001; UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Referencias.

197. *Proveedores:* La patente de esta tecnología es propiedad del único proveedor ELI Eco Logic International Inc. (www.ecologic.ca). ELI Eco Logic International Inc vende las licencias para explotar la tecnología.

f) **Incineración de desechos peligrosos**¹⁰³

198. *Descripción del proceso:* En la incineración de desechos peligrosos se utiliza la combustión con llama controlada para el tratamiento de los contaminantes orgánicos, principalmente en hornos rotatorios. Normalmente, un proceso de tratamiento consiste en calentar a temperaturas superiores a 850°C, si el contenido de cloro es superior al 1% a 1.000°C, con un tiempo de residencia de más de 2 segundos, en condiciones que garanticen una mezcla adecuada. Existen varias configuraciones de incineradores especiales de desechos peligrosos, entre ellos incineradores de horno rotatorio y hornos estáticos (solamente para líquidos). También se utilizan para la incineración de desechos peligrosos calderas de alto rendimiento y hornos rotatorios para agregados ligeros (puede obtenerse información adicional relacionada con esta tecnología en Brunner, 2004).

199. *Eficiencia:* Se han registrado ERD superiores a 99,9999% en el tratamiento de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos¹⁰⁴. Se han determinado ED superiores al 99,999% y ERD superiores al 99,9999% para aldrina, clordano y DDT (Ministerio del Medio Ambiente, Japón, 2004), y se han registrado ED entre 83,15% y 99,88 % para PCB (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América, 1990).

200. *Tipos de desechos:* Como se ha señalado anteriormente, los incineradores de desechos peligrosos pueden tratar desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos. Los incineradores pueden diseñarse de manera que acepten desechos en cualquier concentración o forma física, es decir, gases, líquidos, sólidos, fangos y lechadas¹⁰⁵.

201. *Tratamiento previo:* Según la configuración, el tratamiento previo podría requerir, el mezclado, la desecación y la trituración de los desechos¹⁰⁶.

202. *Emisiones y residuos:* Entre las emisiones figuran el monóxido de carbono, dióxido de carbono, HCB, cloruro de hidrógeno, partículas, PCDD, PCDF y PCB, y vapor de agua¹⁰⁷. Los incineradores a los que se aplican las MTD, entre otras, diseñados para funcionar a altas temperaturas y provistos de dispositivos para impedir la reformación de los PCDD y PCDF y remoción especial de PCDD y PCDF (p. ej. filtros de carbón activado), producen emisiones en la atmósfera y descargas al agua muy bajas de PCDD y PCDF¹⁰⁸. En los residuos, los PCDD y los PCDF se encuentran principalmente en las cenizas volantes y sales, y en cierto grado, en las cenizas de fondo y los fangos acuosos del depurador.

203. *Control de liberaciones y postratamiento:* Puede ser necesario tratar los gases de proceso para eliminar el cloruro de hidrógeno y las partículas, así como para evitar la formación de COP y eliminar los producidos de forma no intencional. Ello puede lograrse combinando varios tipos de postratamiento, incluidos ciclones, multiciclones, filtros electrostáticos, filtros de lecho estático, depuradores, reducción catalítica selectiva, sistemas de enfriamiento rápido y adsorción en carbono¹⁰⁹. Según sus características, puede ser necesario eliminar las cenizas de fondo y las volantes en un vertedero especialmente diseñado¹¹⁰.

¹⁰³ Puede encontrarse información adicional en Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 2004; Federal Remediation Technologies Roundtable (FRTR), 2002; Rahuman et al., 2000; UNEP, 1995c; UNEP, 1998; UNEP, 2001 y United States Army Corps of Engineers, 2003. Asimismo, información sobre las MTD y MPA relacionadas con los incineradores de desechos peligrosos puede hallarse en Comisión Europea 2004 y UNEP 2004c. Véase el anexo V, Referencias.

¹⁰⁴ Véanse FRTR, 2002; Rahuman et al., 2000; UNEP, 1998b y UNEP, 2001 en el anexo V, Referencias.

¹⁰⁵ Véase UNEP, 1995c en el anexo V, Referencias.

¹⁰⁶ Véanse UNEP, 1995c; UNEP, 1998b y UNEP, 2004c en el anexo V, Referencias.

¹⁰⁷ Véanse UNEP, 1995c; UNEP, 1998b y UNEP, 2004c en el anexo V, Referencias.

¹⁰⁸ UNEP, 2001 en el anexo V, Referencias.

¹⁰⁹ UNEP, 2004c

¹¹⁰ Véase United States Army Corps of Engineers, 2003 en el anexo V, Referencias.

204. *Requerimientos energéticos:* La cantidad de combustible necesario dependerá de la composición y del valor calorífico del desecho.
205. *Requerimientos materiales:* Entre los requerimientos materiales están el agua de enfriamiento y el calor u otro material apropiado para la eliminación de los gases ácidos.
206. *Movilidad:* Los incineradores de desechos peligrosos están disponibles en unidades móviles y fijas.
207. *Salud y seguridad:* Entre los peligros para la salud y la seguridad figuran los asociados con las elevadas temperaturas de funcionamiento¹¹¹.
208. *Capacidad:* Los incineradores de desechos peligrosos pueden tratar entre 30.000 y 100.000 toneladas anuales¹¹².
209. *Otras cuestiones prácticas:* Ninguna que informar hasta el momento.
210. *Comercialización:* Hay una extensa experiencia en la incineración de desechos peligrosos¹¹³.
211. *Proveedores:* En el inventario de la capacidad mundial de destrucción de PCB figuran varias instalaciones de incineración de desechos peligrosos existentes¹¹⁴.

g) Reacción de deoloración fotoquímica (DFQ) y reacción de deoloración catalítica (DC)

212. *Descripción del proceso:* La DFQ y DC son tecnologías que utilizan métodos combinados de reacción de deoloración fotoquímica (DFQ) y reacción de deoloración catalítica (DC) (Watanabe, Ohara y Tajima, 2002 y Watanabe, Ohara, Tarima, Yoneki y Hosya, 2003). En el proceso de destrucción los PCB se mezclan con NaOH y alcohol isopropílico (AIP) de modo que la concentración de PCB en AIP deberá alcanzar algunos porcentajes en peso. Ulteriormente, los PCB se deoloran mediante dos procesos independientes, es decir, los procesos DFQ y DC. Cada proceso se desarrolla a temperatura moderada (<75°C) y a presión atmosférica. Una vez que los PCB se han deolorado, se producen bifenilo, ClNa, acetona y agua, pero no se producen gases tales como el hidrógeno o el ácido hidroclórico.
213. *Eficiencia:* Se han logrado ED de 99,99% a 99,9999% para PCB y de 99,9999% a 99,999999% para PCDD y PCDF (Tajima et al., 2003; y Watanabe et al., 2003).
214. *Tipos de desechos:* Se ha comprobado que la DFQ y la DC tratan aceites de transformadores y condensadores que contienen PCB en concentración elevada y contaminados con PCDD y PCDF, y deberán ser aplicables igualmente a otros COP. Con esta tecnología no se pueden tratar suelos ni fangos. Los PCB en ropas, embalajes, madera y otros materiales muy porosos deben extraerse mediante un disolvente.
215. *Tratamiento previo:* El equipo eléctrico contaminado con PCB requiere cierto tratamiento previo. Tras eliminar los PCB del equipo se desmonta y se separa, el material contaminado tales como cajas, bobinas y papeles de aislamiento. Se extraen los PCB de estos materiales mediante un agente de lavado hidrocarburado, tal como el decano. Los PCB y los disolventes se separan en un destilador. Los PCB y los disolventes destilados se destruyen mediante los procesos de DFQ y DC, respectivamente. El disolvente vuelve a utilizarse para lavado. No es necesario el tratamiento previo de suelos, fangos y agua.
216. *Emisiones y residuos potenciales:* Se prevé que las emisiones atmosféricas serán relativamente de poca importancia. Teóricamente no se considera la posibilidad de que se formen PCDD y PCDF durante los procesos de DFQ y DC. Entre los residuos figuran ClNa y catalizador usado (Watanabe et al., 2002; Watanabe et al., 2003).
217. *Postratamiento:* Un destilador separa el AIP de la disolución, y grandes cantidades de AIP pueden reciclarse varias veces como disolvente de PCB. Entre los desechos producidos en los procesos,

¹¹¹ Ibid.

¹¹² Véase UNEP, 2004c en el anexo V, Referencias.

¹¹³ Véase UNEP, 2001 en el anexo V, Referencias.

¹¹⁴ Véase UNEP, 1998 en el anexo V, Referencias.

figuran bifenilos, ClNa, acetona, agua y AIP residual. El ClNa se filtra de la disolución y se elimina en vertedero. El catalizador utilizado se lava con agua con el fin de eliminar el ClNa, y puede utilizarse varias veces para el proceso de DC.

218. *Requerimientos energéticos:* El proceso de DFQ requiere 3 kJ/g de PCB para la lámpara de mercurio. Se prevé que los requisitos energéticos sean relativamente bajos debido a las bajas temperaturas de desarrollo del proceso (75°C) asociadas con los procesos DFQ y DC (Watanabe et al., 2002; Watanabe et al., 2003).

219. *Requerimientos materiales:*

- a) Alkali: NaOH (NaOH/Cl = 1,3)
- b) Catalizador: 2 kg/m³ por volumen del donante de hidrógeno
- c) Donante de hidrógeno: AIP

220. *Movilidad:* Existen plantas modulares y transportables. En Kawasaki (Japón) se ha instalado una planta fija.

221. *Salud y seguridad:* En general, los riesgos para la salud y la seguridad asociados con el desarrollo de esta tecnología se consideran bajos. (Watanabe et al., 2002; Watanabe et al., 2003; Sasaki, Masaaki, Watanabe, Nishida, Fujita, Harano, Nagata y Mimura et al., 2003).

222. *Capacidad:* La tecnología de DFQ y DC existe con una capacidad de 50 kg de aceite diarios por unidad. La capacidad puede ser flexible según las dimensiones de la instalación (por ejemplo, inferior o hasta 2 toneladas/día).

223. *Otras cuestiones prácticas:* El método de DFQ y DC es especialmente adecuado para PCB puros. Esta tecnología satisface la estricta normativa sobre liberaciones de Japón (PCB en el aceite de desecho < 0,5 mg/k).

224. *Comercialización:* Las tecnologías de DFQ y DC han funcionado en Kawasaki (Japón) durante los dos últimos años (Watanabe et al., 2002 y Watanabe et al., 2003).

225. *Proveedor(es):* La patente y todos los derechos en relación con esta tecnología están en posesión de la empresa Toshiba y reservados para ella (www.toshiba.co.jp/efort/market/pcb/index_j.htm). Toshiba Corporation vende licencias para la utilización de la tecnología.

226. *Información adicional:* En la guía técnica para el tratamiento de PCB de Japón figura información adicional (Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999; Watanabe et al., 2002; Watanabe et al., 2003; Sasaki et al., 2003; Noma et al., 2003; Noma et al., 2003; Noma et al., 2003).

h) Arco de plasma¹¹⁵

227. *Descripción del proceso:* El proceso PlasconTM emplea un arco de plasma con temperaturas superiores a los 3 000°C para tratar los desechos por pirólisis. Junto con el argón, los desechos se inyectan directamente en el arco de plasma y las altas temperaturas hacen que los compuestos se disocian en sus iones y átomos elementales. La recombinación tiene lugar en una zona de temperatura más baja de la cámara de reacción, que produce un enfriamiento que da lugar a la formación de moléculas simples¹¹⁶.

228. *Eficiencia:* Los ensayos en banco de pruebas con aceites que contienen un 60% de PCB han obtenido EDR que oscilan entre el 99,9999% y 99,999999%¹¹⁷.

229. *Tipos de desechos:* Además de los aceites con PCB, en Australia recientemente se configuró una planta PlasconTM para tratar desechos de plaguicidas¹¹⁸. Los tipos de desechos que se tratarán

¹¹⁵ Puede obtenerse información adicional de CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Rahuman et al., 2000; Ray, 2001; UNEP, 1998b; UNEP, 2000b; UNEP, 2001 y UNEP, 2004b. Véase el anexo V, Referencias.

¹¹⁶ Véase CMPS&F- Environment Australia, 1997 en el anexo V, Referencias.

¹¹⁷ Véanse Arruman et al, 2000 y UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias.

¹¹⁸ Véase UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias.

deberán ser líquidos, gases o sólidos si se encuentran en forma de una lechada fina que se pueda bombear. Los líquidos muy viscosos o fangos con una densidad superior a la del aceite de motor 30 a 40 ponderal, no pueden ser procesados sin tratamiento previo. Tampoco podrán tratarse otros desechos sólidos a menos que reciban algún tipo de tratamiento previo¹¹⁹.

230. *Tratamiento previo:* El tratamiento previo no es necesario para la mayoría de los líquidos. Los sólidos como los suelos contaminados, condensadores y transformadores podrán ser tratados previamente empleando la desorción térmica o la extracción por solventes¹²⁰.

231. *Emisiones y residuos:* Entre las emisiones figuran gases consistentes en argón, dióxido de carbono y vapor de agua. Los residuos incluyen una solución acuosa de sales inorgánicas de sodio, como el cloruro de sodio, bicarbonato de sodio y fluoruro de sodio. Los ensayos a escala de banco de pruebas con PCB indicaron niveles de PCDD en el agua del depurador y los gases de combustión del orden de partes por billón (ppt)¹²¹ En la planta PlasconTM de Australia se solían tratar varios desechos, el nivel de PCB en los efluentes deslizados, cumple el límite de 2 ppb¹²². Se desconocen las concentraciones de COP en los residuos sólidos¹²³.

232. *Control de liberaciones y postratamiento:* En la actualidad, se dispone de muy poca información sobre los requisitos de postratamiento.

233. *Requerimientos energéticos:* Una unidad con tecnología Plascon de 150 kW necesita de 1.000 a 3.000 kWh de electricidad por tonelada de desecho¹²⁴.

234. *Requerimientos materiales:* En la actualidad se dispone de muy poca información sobre los requerimientos materiales. Sin embargo, se ha señalado que este proceso necesita gas argón, gas oxígeno, agua de refrigeración y agente cáustico¹²⁵.

235. *Movilidad:* El Plascon puede encontrarse disponible como unidad fija o móvil¹²⁶.

236. *Salud y seguridad:* Dado que el proceso Plascon es de baja producción, existe muy poco riesgo asociado con la liberación de desechos parcialmente tratados en caso de que falle el proceso¹²⁷. En la actualidad, se dispone de poca información adicional sobre salud y seguridad.

237. *Capacidad:* Una unidad Plascon de 150 kW puede procesar de 1 a 3 toneladas de desechos diariamente¹²⁸.

238. *Otras cuestiones prácticas:* Ninguna hasta el presente.

239. *Comercialización:* BCT Technologies tiene dos plantas de plasma en funcionamiento en Australia: una en Brisbane para PCB y COP; y otra en Melbourne para tratar CFC y halones. La misma empresa tiene también una planta de DCB para PCB y COP en baja concentración, así como dos desorbedores térmicos para tratar sólidos contaminados. Mitsubishi Chemical Corporation ha instalado una planta Plascon en Japón para tratar desechos consistentes en PCB, que los contengan o estén contaminados con ellos.

240. *Proveedores* El proveedor del proceso Plascon SRL Plasma Pty Ltd Narangba Australia (www.srlplasma.com.au) y la Commonwealth Scientific Industrial Research Organization (CSIRO). Las tres patentes de Plascon están en posesión de SRL Plasma Pty Ltd y CSIRO.

¹¹⁹ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997 y UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias.

¹²⁰ Ibid.

¹²¹ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997 y Rahuman et al., 2000 en el anexo V, Referencias.

¹²² Véase UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias.

¹²³ Ibid.

¹²⁴ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997 en el anexo V, Referencias.

¹²⁵ Véanse CMPS&F– Environment Australia, 1997 y UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias.

¹²⁶ Véase UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias.

¹²⁷ Véanse CMPS&F– Environment Australia, 1997 y UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias.

¹²⁸ Ibid.

i) Método del terc-butoxido de potasio

241. *Descripción del proceso:* Los PCB en aceites de aislamiento se decloran mediante reacción con el terc-butoxido de potasio (t-BuOK). El t-BuOK reacciona con el cloro de los PCB para producir sal y desecho no clorado. Normalmente, el proceso se desarrolla a presión atmosférica y temperaturas comprendidas entre 200°C y 240°C (Oono, Kaneda y Kirata, 1997 y Oono y Kaneda, 1997).

242. *Eficiencia:* Se han registrado ED de 99,98% a 99,9999% para PCB. También se ha determinado que puede conseguirse una reducción del contenido de PCB hasta menos de 0,5 mg/kg.

243. *Tipos de desechos:* El método del t-BuOK se ha comprobado con aceites minerales con bajo nivel de contaminación. Un proveedor afirma también que pueden tratarse con el método t-BuOK desechos clorados en estado líquido o disueltos en disolventes.

244. *Tratamiento previo:* El t-BuOK reacciona con el agua para producir hidróxido de potasio y terc-butanol. Si los aceites minerales contaminados con PCB contienen un elevado volumen de agua, el terc-BuOK reaccionará más fácilmente con el agua que con el cloro de los PCB, por lo tanto, debe eliminarse el agua de los aceites antes de la reacción.

245. *Emisiones y residuos:* Durante la reacción no se producirán emisiones. Existen pocas posibilidades de que se formen PCDD y PCDF como subproductos durante la reacción debido a la elevada velocidad de decloración, que hace que el cloro se libere rápidamente (Takigami, Sakai y Oono, 2002a y 2002b).

246. *Control de liberaciones y postratamiento:* Los subproductos pueden separarse de los aceites por lavado con agua después de la reacción. Pueden volver a utilizarse como combustible los aceites descontaminados.

247. *Requerimientos energéticos:* Se espera que los requerimientos energéticos sean relativamente bajos debido a las bajas temperaturas a las que se desarrolla el proceso t-BuOK.

248. *Requerimientos materiales:* Cuando el contenido en PCB de los aceites minerales es inferior a 200 ppm, la cantidad de t-BuOK necesaria es del 0,5% aproximadamente en peso de los aceites contaminados.

249. *Movilidad:* Este proceso está disponible en configuraciones fijas y móviles, según el volumen del aceite contaminado que se vaya a tratar.

250. *Salud y seguridad:* En general, los riesgos para la salud y la seguridad asociados con el empleo de esta tecnología se consideran muy bajos.

251. *Capacidad:* Se ha determinado que se han tratado 36.000 litros diarios de aceite contaminado con esta tecnología en Japón.

252. *Otras cuestiones prácticas:* Con esta tecnología, es posible tratar una gran cantidad de aceites contaminados en un breve período de tiempo ya que puede aplicarse de modo continuo.

253. *Comercialización:* Una empresa de Japón ha tratado aceites minerales contaminados en una planta de funcionamiento continuo desde 2004.

254. *Proveedor(es):* La patente de esta tecnología es propiedad de Kansai Electric Power Co y Kanden-Engineering Co (www.kanden-eng.co.jp).

255. *Información adicional:* Figura información adicional en la Directriz Técnica para el tratamiento de PCB de Japón (Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999).

j) Oxidación en agua supercrítica (OASC) y oxidación en agua subcrítica¹²⁹

256. *Descripción del proceso:* La OASC y la oxidación en agua subcrítica trata los desechos en un sistema cerrado y utiliza un oxidante (como oxígeno, peróxido de hidrógeno, nitrito, nitrato, etc.) en agua a temperaturas y presiones por encima del punto crítico del agua (374°C y 218 atmósferas) y en condiciones subcríticas (370°C y 262 atmósferas). En estas condiciones, los materiales orgánicos se

¹²⁹ Puede obtenerse información adicional de CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2001 y UNEP, 2004b. Véase el anexo V, Referencias.

tornan muy solubles en agua y se oxidan para producir dióxido de carbono, agua y sales o ácidos inorgánicos.

257. *Eficiencia:* Se han registrado ED superiores al 99,999% y ERD superiores al 99,9999% para aldrina, clordano y PCB con la OASC (Ministerio del Medio Ambiente de Japón, 2004). Se han registrado ED superiores al 99,999999% y ERD superiores al 99,9999999% en el caso de la oxidación en agua subcrítica (Ministerio de Medio ambiente de Japón, 2004). Se han comprobado también ERD de hasta 99,9999% para PCDD en ensayos efectuados en banco de pruebas¹³⁰.

258. *Tipos de desechos:* Se considera que la OASC y la oxidación de agua subcrítica se pueden aplicar a todos los COP¹³¹. (Japan industrial Waste Management Foundation, 1999). Entre los tipos de desechos a los que puede aplicarse esta tecnología están los desechos acuosos, los aceites, los disolventes y los sólidos con un diámetro inferior a 200 µm. El contenido orgánico de los desechos está limitado a menos de 20%¹³².

259. *Tratamiento previo:* Tal vez sea necesario diluir los desechos concentrados antes del tratamiento, a fin de reducir el contenido orgánico a menos del 20%. En el caso de la oxidación en agua subcrítica, no es necesaria la dilución de los desechos. Si existen sólidos, deberán reducirse a un diámetro inferior a 200 µm.

260. *Emisiones y residuos:* Durante la destrucción de PCB en laboratorio, se comprobó que la tecnología de OASC puede dar lugar a concentraciones elevadas de PCDF (del orden de algún porcentaje), durante la degradación de PCB, incluso a temperaturas de funcionamiento práctico (Weber, 2004). Se ha determinado que las emisiones no contienen óxidos de nitrógeno ni gases ácidos como el cloruro de hidrógeno u óxido de azufre y que los residuos del proceso consisten en agua y sólidos, si el desecho contiene sales inorgánicas o compuestos orgánicos con halógenos, azufre o fósforo¹³³. Existe muy poca información sobre concentraciones probables de sustancias químicas no destruidas¹³⁴. El proceso se ha diseñado para permitir la captura de emisiones y residuos a fin de procesarlos nuevamente si fuera necesario¹³⁵.

261. *Control de liberaciones y postratamiento:* En la actualidad no se dispone de información específica sobre los requisitos del tratamiento posterior.

262. *Requerimientos energéticos:* Se prevé que los requerimientos energéticos sean relativamente elevados debido a las combinaciones de altas temperaturas y presiones. Se afirma, sin embargo, que mientras que el desecho tenga un contenido de hidrocarburos relativamente alto, no será necesaria la energía para que los desechos alcancen temperaturas supercríticas¹³⁶.

263. *Requerimientos materiales:* El recipiente de reacción de la OASC y oxidación en agua subcrítica debe estar construido con materiales capaces de resistir la corrosión causada por los iones halógenos¹³⁷. La corrosión puede ser grave dadas las temperaturas y presiones a las que opera la OASC y la oxidación en aguas subcrítica. Se sugirió el uso de aleaciones de titanio para solucionar este problema. Los proveedores actuales afirman haber resuelto este problema mediante el uso de materiales y diseños de ingeniería avanzados¹³⁸.

264. *Movilidad:* Actualmente las unidades de OASC y oxidación en agua subcrítica se usan en configuración fija, pero se estima que pudieran ser transportables¹³⁹.

¹³⁰ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000 y Vijgen, 2002 en el anexo V, Referencias.

¹³¹ Véase UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias.

¹³² Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000 y Vijgen, 2002 en el anexo V, Referencias.

¹³³ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997 en el anexo V, Referencias.

¹³⁴ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997 y UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias.

¹³⁵ Véase UNEP, 2004b en el anexo V, Referencias.

¹³⁶ Véase Rahuman et al., 2000 en el anexo V, Referencias.

¹³⁷ Véase Vijgen, 2002 en el anexo V, Referencias.

¹³⁸ Ibid.

¹³⁹ Véase UNEP, 2004b y Vijgen, 2004 en el anexo V, Referencias.

265. *Salud y seguridad:* Las altas temperaturas y presiones empleadas en este proceso requieren precauciones de seguridad especiales¹⁴⁰.
266. *Capacidad:* Las actuales unidades experimentales de OASC pueden tratar 500 kg/h, mientras que las unidades en gran escala estarán diseñadas para tratar 2 700 kg/h¹⁴¹.
267. *Otras cuestiones prácticas:* Los diseños anteriores tenían numerosos problemas de fiabilidad, corrosión y obturación. Sin embargo, los actuales proveedores, afirman haber resuelto estos problemas mediante el empleo de diseños especiales de reactores y materiales resistentes a la corrosión¹⁴².
268. *Comercialización:* Recientemente comenzó a funcionar en el Japón una planta comercial en gran escala. Asimismo, el proceso OASC ha sido aprobado para su desarrollo en gran escala y utilización en el programa de armas químicas de los Estados Unidos de América.
269. *Proveedores:* Algunas de las empresas que ofrecen estos servicios son:
- a) Foster Wheeler Development Corporation (www.fosterwheeler.com)
 - b) General Atomics (www.ga.com); y
 - c) Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. (www.mhi.co.jp).

3. Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o transformación irreversible no representan la opción ambientalmente preferible

270. Cuando la destrucción o la transformación irreversible no constituyen la opción ambientalmente preferible para tratar los desechos cuyo contenido de COP es superior al bajo contenido de COP al que se hace referencia en la subsección A de la sección III *supra*, el país puede autorizar la eliminación de tales desechos por métodos diferentes de los expuestos en la subsección 2 de la sección G, del capítulo IV.

271. Entre los desechos que contienen COP o están contaminados con ellos y para los cuales se pueden considerar otros métodos de eliminación son:

- a) Los desechos de centrales eléctricas y de otras centrales térmicas (excepto los que figuran en el apartado d) *infra*); los residuos generados por la industria siderúrgica y la termometalurgia del aluminio, el plomo, el zinc, el cobre y de otros metales no ferrosos. Figuran entre ellos las cenizas del fondo, escorias, escorias de sal, cenizas volantes, polvo de calderas, gases y polvos de combustión, otras partículas y polvos, residuos sólidos del tratamiento de gases, granallas negras, residuos del tratamiento de escorias de sal y granallas negras, granallas y espumas;
- b) Revestimientos y refractarios a base de carbono, y de otro tipo, de los procesos metalúrgicos;
- c) Los desechos de construcción y demolición siguientes:
 - i) Mezclas o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos;
 - ii) Fracción inorgánica de suelos y piedras incluidos los suelos excavados de lugares contaminados; y
 - iii) Desechos de construcción y demolición que contienen PCB, excluidos los equipos que contienen PCB;
- d) Los residuos de la incineración o la pirólisis de desechos, incluidos los residuos sólidos del tratamiento de gases, cenizas de fondo, escoria, cenizas volantes y polvo de calderas;
- e) Desechos vitrificados y de la vitrificación, incluidos cenizas volantes, y otros residuos del tratamiento de gases de combustión y fase sólida no vitrificada.

¹⁴⁰ Véase CMPS&F– Environment Australia, 1997 en el anexo V, Referencias.

¹⁴¹ Véase UNEP, 2004b y Vijgen, 2002 en el anexo V, Referencias.

¹⁴² Ibid.

272. La autoridad competente del país en cuestión deberá cerciorarse de que la destrucción o transformación irreversible del contenido de COP, realizada de conformidad con las mejores prácticas ambientales o las mejores técnicas disponibles no constituye la opción ambientalmente preferible.

273. Entre otros métodos de eliminación, cuando la destrucción o la transformación irreversible no constituye la opción ambientalmente preferible, figuran los que se describen a continuación.

a) Vertederos especialmente diseñados¹⁴³

274. Los vertederos deberían utilizarse únicamente de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de que el contenido de COP pase al medio ambiente. Esto puede conseguirse mediante el tratamiento previo, por ejemplo, utilizando un proceso adecuado de solidificación. Un vertedero especialmente diseñado debe cumplir en general con requisitos relativos a la ubicación, acondicionamiento, gestión, control, clausura y medidas preventivas y de protección que habrá que adoptar para evitar cualquier riesgo para el medio ambiente, tanto a largo como a corto plazo, en particular, en lo que se refiere en medidas contra la contaminación de las aguas subterráneas por infiltración de lixiviados en el terreno. La protección del terreno, de las aguas subterráneas y de las aguas superficiales puede lograrse mediante una combinación de barreras geológicas y un sistema de revestimiento del fondo durante la fase operacional y mediante la combinación de una barrera geológica y un revestimiento superior durante la fase de clausura y posterior a la clausura. También deberían adoptarse medidas para reducir la producción de gas metano y para instalar un control de los gases del vertedero. Además, debería introducirse un procedimiento uniforme de aceptación de desechos basado en un procedimiento de clasificación de desechos aceptable en el vertedero, que incluya, en particular, valores límites normalizados. Además, deberían establecerse procedimientos de vigilancia durante las fases de funcionamiento y posterior a la clausura del vertedero con el fin de determinar cualquier efecto ambiental adverso posible del vertedero y adoptar las medidas correctoras necesarias. Debería introducirse para el vertedero un procedimiento específico de permisos. En los permisos deberían figurar especificaciones relativas a los tipos y concentraciones de los desechos que se aceptarían, y a los sistemas de control de lixiviados y de gases, la vigilancia, la seguridad en el emplazamiento y la clausura y la fase posterior a la clausura.

275. Los siguientes desechos que contengan COP o estén contaminados con ellos no son adecuados para su eliminación en vertederos especialmente diseñados:

- a) Líquidos y materiales que contengan líquidos libres;
- b) Desechos orgánicos biodegradables;
- c) Contenedores vacíos a menos que estén aplastados, triturados o reducidos en volumen de forma análoga; y
- d) Explosivos, sólidos inflamables, materiales de combustión espontánea, sustancias que reaccionan con el agua, oxidantes y peróxidos orgánicos.

b) Almacenamiento permanente en minas y formaciones subterráneas

276. El almacenamiento permanente en instalaciones ubicadas en minas de sal y formaciones de roca dura subterráneas geohidrológicamente aisladas es una opción para separar a los desechos peligrosos de la biosfera durante períodos de tiempo geológicos. Para cada instalación subterránea de almacenamiento proyectada deberá realizarse una evaluación de la seguridad específica del emplazamiento, de conformidad con la legislación nacional pertinente, tal como las disposiciones que figuran en el Apéndice A del Anexo de la decisión 2003/33/CE del Consejo Europeo de 19 de diciembre de 2002, que establece los criterios y procedimientos para la admisión de desechos en los vertederos, de conformidad con el artículo 16 y el anexo II de la Directiva 1999/31/CE.

277. Los desechos deben eliminarse de modo que quede excluida toda reacción no deseada entre los diferentes tipos de desechos o entre estos y el revestimiento del almacenamiento en contenedores química y mecánicamente seguros. Los desechos líquidos, gaseosos, explosivos, inflamables o

¹⁴³ Puede obtenerse información adicional de Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5), UNEP, 1995d, en el anexo V, Referencias y la Legislación nacional pertinente como la Directiva Europea 1999/31/CE.

infecciosos o que producen gases tóxicos, no deben almacenarse en minas subterráneas. Los permisos operacionales deben definir los tipos de desechos que deben normalmente excluirse.

278. En la selección de un almacenamiento permanente para la eliminación de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Las cuevas o túneles utilizados para el almacenamiento deberán estar totalmente aislados de las zonas mineras en explotación o de aquellas que puedan volver a explotarse;
- b) Las cuevas o túneles deberán encontrarse ubicados en formaciones geológicas que se encuentren muy por debajo de las zonas de agua subterránea o en formaciones totalmente aisladas de zonas acuíferas por capas impermeables de roca o arcilla; y
- c) Las cuevas o túneles deberán encontrarse ubicados en formaciones geológicas extremadamente estables y no en zonas sísmicas.

4. Otros métodos de eliminación cuando el contenido de COP es bajo

279. Además de los métodos de eliminación antes descritos, los desechos que contengan COP o estén contaminados con ellos con concentraciones inferiores al contenido bajo de COP, pueden eliminarse de conformidad con lo dispuesto en la legislación nacional pertinente y las normas, reglas y directrices internacionales, incluidas las Directrices Técnicas Específicas elaboradas en virtud de lo dispuesto en el Convenio de Basilea. En el anexo II se dan ejemplos de legislaciones nacionales pertinentes.

H. Saneamiento de los emplazamientos contaminados

1. Identificación de los emplazamientos contaminados¹⁴⁴

280. En particular, las prácticas de manipulación y almacenamiento inadecuadas pueden dar lugar a la liberación de COP en aquellos emplazamientos en los que se almacenen estos productos químicos; lo que ocasionaría una contaminación de los mismos con altos niveles de COP que representarían una grave amenaza para la salud. La identificación de estos emplazamientos es el primer paso en la solución de posibles problemas.

281. La identificación de estos emplazamientos puede realizarse mediante un enfoque por etapas que comprenda:

- a) La identificación de emplazamientos sospechosos como los dedicados a:
 - i) La producción de COP;
 - ii) La formulación de plaguicidas, relleno de transformadores y repetición del mismo;
 - iii) Empleo de COP, entre otros, aplicación de plaguicidas y colocación de transformadores;
 - iv) La eliminación de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos;
- b) Un estudio de toda la información actual y pasada sobre el emplazamiento sospechoso;
- c) Un programa inicial de ensayos para confirmar la presencia o ausencia de contaminantes y caracterizar las condiciones físicas del emplazamiento sospechoso; y

¹⁴⁴ Figura información adicional sobre la identificación de emplazamientos contaminados en *Assessing soil contamination: a reference manual No. 8* (FAO, 2000) y *Guidance Document on the Management of Contaminated Sites in Canada* (Canadian Council of Ministers of the Environment, 1997). Véase el anexo V, Referencias.

- d) Un programa detallado de ensayos para definir la naturaleza de la contaminación y recopilar cualquier información adicional necesaria.

2. Saneamiento ambientalmente racional¹⁴⁵

282. Los criterios para determinar la contaminación de un emplazamiento, elaborados por los gobiernos mediante el uso de las técnicas de evaluación de riesgos, sirven de objetivos generales para el saneamiento de los emplazamientos. Para los suelos, sedimentos y aguas subterráneas se pueden adoptar o elaborar criterios diferentes. A menudo se establece una distinción entre los suelos industriales (criterios menos estrictos), comerciales, residenciales y agrícolas (criterios más estrictos). En la German Federal Soil Protection and Contaminated Sites Ordinance, la Swiss Soil Burden Ordinance y las Canadian Environmental Quality Guidelines se pueden encontrar ejemplos de estos criterios¹⁴⁶.

I. Salud y seguridad¹⁴⁷

283. En todas las instalaciones en las que se manipulen desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos deben existir planes de salud y seguridad, a fin de garantizar la protección de todas las personas dentro de la instalación y en sus alrededores. El plan de salud y seguridad de una instalación determinada debe ser elaborado por un profesional capacitado en cuestiones de salud y seguridad, con experiencia en la gestión de los riesgos para la salud asociados con los COP específicos que se manipulan en la instalación.

284. En general, existen tres formas principales de proteger a los trabajadores de los riesgos químicos, a saber (en orden de preferencia):

- a) Mantener a los trabajadores alejados de todas las posibles fuentes de contaminación;
- b) Controlar los contaminantes a fin de reducir al mínimo las probabilidades de exposición; y
- c) Proteger a los trabajadores con el uso de equipos de protección personal.

285. Todos los planes de salud y seguridad deberán cumplir los principios anteriores e incluir las normas laborales locales y nacionales. La mayoría de los programas de salud y seguridad admiten diferentes niveles de seguridad, con niveles de riesgos que oscilan entre elevados y bajos, según el emplazamiento de que se trate y la naturaleza de los materiales contaminados que contenga. El nivel de protección de los trabajadores debe estar en consonancia con el nivel de riesgo al que estén expuestos. Se pueden establecer niveles de riesgo y los profesionales en cuestiones de salud y seguridad deberán evaluar cada situación en particular. A continuación se exponen dos situaciones de riesgo: primero, situaciones de gran volumen, concentración elevada o alto riesgo; y segundo, situaciones de poco volumen, bajas concentraciones o bajo riesgo.

1. Situaciones de gran volumen, concentración elevada o alto riesgo

286. Las personas que trabajan con COP o cerca de ellos, especialmente en situaciones en que existe una elevada concentración de COP o grandes volúmenes de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos, o en que existe un elevado riesgo de exposición, son las que más riesgo corren. No existe una definición cuantitativa internacional de volumen o concentración elevados, por lo que cada empleador deberá guiarse por el asesoramiento y la información de los profesionales en cuestiones de salud y seguridad, los representantes sindicales, la literatura científica y las autoridades gubernamentales. En muchos países existen condiciones y límites de exposición para la

¹⁴⁵ Existen varias fuentes de información disponibles sobre los métodos que se utilizan actualmente en el saneamiento de los emplazamientos contaminados con COP, en particular: FRTR (2002), Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (1993 y 2000) y Vijgen (2002). Véase el anexo V, Referencias.

¹⁴⁶ Véase Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002 en el anexo V, Referencias.

¹⁴⁷ Puede obtenerse información adicional sobre salud y seguridad de la Organización Internacional del Trabajo (1999a y 1999b), la Organización Mundial de la Salud (1995 y 1999) e IPCS INCHEM (sin fecha). Véase el anexo V, Referencias.

salud y seguridad del trabajador con carácter reglamentario o de orientación. Cualquier situación en la que exista la probabilidad de que se excedan tales límites, se considera una situación de alto riesgo. Una evaluación de riesgo específica de un emplazamiento puede también indicar si existe un riesgo elevado, se excedan o no los niveles de COP estipulados en las directrices del gobierno. Entre las situaciones probables de concentración elevada, gran volumen o alto riesgo pueden figurar:

- a) Emplazamientos de almacenamiento específicos para grandes volúmenes;
- b) Salas de equipos eléctricos con transformadores con PCB de grandes dimensiones o múltiples;
- c) Zonas en las que se producen COP de forma intencional;
- d) Las denominadas zonas “abiertas” de manipulación de productos químicos (donde los COP se encuentran expuestos al aire para su muestreo, mezcla, transferencia a contenedores etc.);
- e) Zonas en las que se aplican plaguicidas;
- f) Lugares en los que se manipulan COP para su transporte;
- g) Instalaciones utilizadas para el tratamiento y eliminación de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos; y
- h) Emplazamientos contaminados con concentraciones elevadas de COP en, o cerca de la superficie.

2. Situaciones de poco volumen, baja concentración o bajo riesgo

287. Como se expone en la subsección 1 de la sección I del Capítulo IV, no existe una clara definición de poco volumen, baja concentración o bajo riesgo. Estas situaciones deberán determinarse comparando los niveles de contaminantes con las directrices establecidas por el gobierno o por medio de evaluaciones de riesgos específicas del emplazamientos. Algunas de las situaciones de poco volumen, baja concentración o bajo riesgo son:

- a) Elementos que contengan productos o artículos que contengan COP o estén contaminados con ellos en pequeñas cantidades o bajas concentraciones, como reactancias de lámparas fluorescentes que contengan PCB o postes del tendido eléctrico, postes de cerca o tabloneros tratados con conservantes;
- b) Transformadores u otros equipos eléctricos que contengan aceite mineral con bajo nivel de contaminación con PCB;
- c) Almacenes comerciales o salas de inventario que contengan pequeñas cantidades de productos como plaguicidas que han de utilizarse en aplicaciones aceptables;
- d) Instalaciones que producen COP de forma no intencional en muy bajas concentraciones en comparación con los límites de exposición de los seres humanos;
- e) El transporte en contenedores aprobados de productos y artículos de consumo que contengan COP o estén contaminados con ellos; y
- f) Emplazamientos contaminados con bajas concentraciones de COP o en los que los trabajadores no entran en contacto directo con la contaminación (por ejemplo, cuando la contaminación es subterránea o bajo el agua y no se está excavando).

J. Medidas para hacer frente a situaciones de emergencia¹⁴⁸

288. Deben existir planes para hacer frente a situaciones de emergencia para todas las actividades de producción, uso, almacenamiento, transporte o eliminación de COP, así como en los emplazamientos de eliminación. Si bien estos planes pueden ser diferentes para cada situación o para cada tipo de COP, los elementos principales de un plan para hacer frente a situaciones de emergencia son, entre otros:

- a) La identificación de todos los peligros, riesgos y casos de accidente probables;
- b) La identificación de las leyes locales y nacionales a las que han de sujetarse los planes para hacer frente a situaciones de emergencia;
- c) La planificación para situaciones de emergencia previstas y las posibles medidas para hacer frente a ellas;
- d) El mantenimiento de un inventario actualizado completo de todos los COP en el emplazamiento;
- e) La capacitación del personal en las actividades necesarias para hacer frente a situaciones de emergencia, tales como ejercicios simulados de las mismas y primeros auxilios;
- f) El mantenimiento de capacidades de respuesta móviles en caso de derrames o la garantía de contar con los servicios de una empresa especializada en hacer frente a los derrames;
- g) La notificación a los servicios de extinción de incendios, cuerpo de policía y otros organismos gubernamentales encargados de hacer frente a situaciones de emergencia, acerca de la ubicación de los COP y las rutas de transporte;
- h) La instalación de medidas de mitigación, tales como sistemas de extinción de incendios, equipos de contención de derrames, depósitos de agua para extinguir incendios, alarmas contra incendios y derrames, y cortafuegos;
- i) La instalación de sistemas de comunicación para situaciones de emergencia, como señales que indiquen salidas de emergencia, números de teléfono, lugares de alarma e instrucciones para hacer frente a situaciones de emergencia;
- j) La instalación y el mantenimiento de juegos para situaciones de emergencia, que contengan sorbentes, equipos de protección personal, extintores portátiles de incendios y equipos de primeros auxilios;
- k) La integración de los planes de las instalaciones con los planes regionales, nacionales e internacionales para hacer frente a situaciones de emergencia, si procede; y
- l) La comprobación periódica de los equipos para hacer frente a situaciones de emergencia y revisión del plan para hacer frente a situaciones de emergencia.

289. Los planes para hacer frente a situaciones de emergencia deben prepararlos conjuntamente grupos interdisciplinarios integrados por personal encargado de hacer frente a situaciones de emergencia, personal técnico, médico y químico capacitado para dar respuesta en casos de emergencia, así como representantes laborales y directivos. Cuando proceda, deberán participar además representantes de las comunidades que pudieran resultar afectadas.

K. Participación del público

290. La participación del público es un principio fundamental reflejado en la Declaración de Basilea sobre la gestión ambientalmente racional y muchos otros acuerdos internacionales. Es esencial que el

¹⁴⁸ Puede obtenerse información adicional sobre medidas para hacer frente a situaciones de emergencia de otras directrices elaboradas por organismos internacionales, como las OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response, segunda edición (2003) y por gobiernos u organismos locales, regionales y nacionales (como la defensa civil, los organismos de coordinación en casos de emergencia y los departamentos de extinción de incendios).

público y todos los grupos interesados tengan la oportunidad de participar en la elaboración de la política relacionada con los COP, la planificación de programas, la elaboración de la legislación, la revisión de documentos y datos y la toma de decisiones sobre temas locales acerca de los COP. Los apartados g) y h) del párrafo 6 de la Declaración de Basilea estipulan que las Partes procedan al mejoramiento del intercambio de información, la educación y la concienciación en todos los sectores de la sociedad y fomenten la cooperación y las modalidades de asociación entre las autoridades públicas, las organizaciones internacionales, la industria, las organizaciones no gubernamentales y las instituciones académicas.

291. En el apartado d) del párrafo 1 del artículo 10 del Convenio de Estocolmo se insta a que cada Parte, dentro de sus capacidades, promueva y facilite la participación del público en el tratamiento del tema de los contaminantes orgánicos persistentes y sus efectos para la salud y el medio ambiente y en la elaboración de respuestas adecuadas, incluida la posibilidad de hacer aportaciones a nivel nacional acerca de la aplicación del presente Convenio.

292. En los Artículos 6, 7, 8 y 9 de la Convención sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales, concertada en Aarhus en 1998, se exige la realización de tipos de actividades bastante específicos relativos a la participación del público en actividades gubernamentales concretas, la elaboración de planes, políticas y programas y la elaboración de leyes, así como el acceso del público a la justicia con respecto al medio ambiente.

293. La participación del público en el establecimiento de normas y reglamentos respecto de los COP resulta esencial. Todo gobierno que prevea establecer nuevos reglamentos o políticas, o modificarlas, deberá realizar un proceso abierto en que solicite las observaciones de todas las personas o grupos, por conducto de los medios de difusión habituales, la Internet o por invitación directa. Las personas y grupos que deben ser invitados directamente a presentar sus observaciones son:

- a) Ciudadanos a título individual que hayan expresado interés;
- b) Grupos locales de ciudadanos (incluidos grupos ecologistas locales) para analizar cuestiones locales;
- c) Grupos de personas muy vulnerables, como mujeres, niños y personas menos instruidas;
- d) Grupos ecologistas organizados en el nivel regional, nacional o mundial;
- e) Industrias y empresas a título individual con intereses en el proceso;
- f) Asociaciones empresariales;
- g) Sindicatos y asociaciones;
- h) Asociaciones de profesionales; y
- i) Otras instancias gubernamentales.

294. El proceso de participación del público puede tener varias etapas. Se puede consultar a los grupos antes de analizar cualesquiera modificaciones o programas, durante el proceso de elaboración de políticas y después de preparar cada proyecto de documento normativo. Las observaciones podrán solicitarse personalmente, por escrito o por medio de un sitio en Internet.

295. En el documento “A Case Study of Problem Solving Through Effective Community Consultation”¹⁴⁹ elaborado por el Australia Department of Environmental Health figura un ejemplo de consulta pública sobre la elaboración de planes de gestión de los COP.

¹⁴⁹ Véase, Australia Department of Environmental Health, 2000 en el anexo V, Referencias.

Anexo I

Instrumentos internacionales

Además de los convenios de Estocolmo y Basilea, existen otros instrumentos internacionales que incluyen disposiciones relativas a los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos entre los que cabe citar:

- a) Protocolo de 1998 relativo a los contaminantes orgánicos persistentes de 1979 de la Convención sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia;
- b) Protocolo de 2003 sobre los registros de liberaciones y Transferencia de Contaminantes de la Convención de Aarhus sobre el acceso a la información, la participación del público en la adopción de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales, de 1998;
- c) Convención de Bamako sobre la prohibición de la importación a África la fiscalización de los movimientos transfronterizos y la gestión dentro de África de desechos peligrosos, de 1991;
- d) Convención de Waigani de prohibición de la importación a los países insulares del Foro de desechos peligrosos y radiactivos y sobre el control del movimiento transfronterizo y la ordenación de desechos peligrosos dentro de la región del Pacífico Meridional;
- e) Decisión C (2001) 107/FINAL sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos destinados a operaciones de recuperación, del Consejo de la OCDE.

Anexo II

Ejemplos de legislaciones nacionales pertinentes

Los ejemplos de legislaciones nacionales que comprenden disposiciones relacionadas con la gestión de desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos son, entre otros, los siguientes:

País	Legislación	Breve descripción
Alemania	Ordenanza federal sobre emplazamientos contaminados y la protección de los suelos	<ul style="list-style-type: none"> Contiene niveles de intervención respecto de los emplazamientos contaminados con aldrina, DDT, HCB, PCB, PCDD y PCDF.
Alemania	Ordenanza sobre vertederos e instalaciones de almacenamiento a largo plazo	<ul style="list-style-type: none"> Contiene un límite para el contenido de PCB de suelos utilizados para formar nuevas capas de tierra cultivable en vertederos.
Alemania	Ordenanza sobre el almacenamiento subterráneo de desechos	<ul style="list-style-type: none"> Contiene límites para la utilización de desechos contaminados con PCB como material de estiba.
Alemania	Ordenanza sobre fangos residuales	<ul style="list-style-type: none"> Contiene límites para la utilización como fertilizantes de fangos residuales contaminados con PCB, PCDD y PCDF.
Alemania	Ordenanza sobre desechos de la industria maderera	<ul style="list-style-type: none"> Contiene límites para el reciclado de desechos de la industria maderera contaminados con PCB.
Alemania	Ordenanza sobre aceite de desecho	<ul style="list-style-type: none"> Contiene límites para el reciclado de aceites contaminados con PCB.
Austria	Leyes sobre protección de suelos	<ul style="list-style-type: none"> Contienen valores límites estrictos para PCB, PCDD y PCDF en fangos residuales usados como fertilizante.
Canadá	Reglamento federal para el tratamiento y la destrucción de PCB en unidades móviles	<ul style="list-style-type: none"> Contiene normas de emisión para la liberación de gases, líquidos y sólidos contaminados con PCB, PCDD y PCDF.
Comunidad Europea	Reglamento (CE) No. 850/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre contaminantes orgánicos persistentes y por el que se modifica la Directiva 79/117/CEE	<ul style="list-style-type: none"> El Artículo 7 contiene disposiciones relacionadas con la gestión de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.
Comunidad Europea	Directiva 96/59/CE del Consejo, de 16 de septiembre de 1996, sobre la eliminación de bifenilos policlorados y terfenilos policlorados (PCB/PCT)	<ul style="list-style-type: none"> Contiene normas relativas a la eliminación de PCB y PCT, entre otras, relativas a la descontaminación y/o eliminación de equipo y de los PCB del mismo.
Comunidad Europea	Directiva 86/280/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1986, sobre los valores límites y los objetivos de calidad relativos a los vertimientos de algunas sustancias peligrosas incluidas en la Lista I del Anexo a la Directiva 76/464/CEE y la Directiva 88/347/CEE del Consejo, de 16 de junio de 1988, que enmienda el anexo II a la Directiva 86/280/CEE sobre los valores límites y los objetivos de calidad relativos a los vertimientos de algunas sustancias peligrosas incluidas en la Lista I del Anexo a la Directiva 76/464/CEE	<ul style="list-style-type: none"> El anexo II contiene los valores límites de emisión para el vertimiento de aguas residuales del proceso de producción contaminadas con aldrina, dieldrina, endrina y HCB.
Comunidad Europea	Directiva 2000/76/ CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de diciembre de 2000 sobre la incineración de desechos	<ul style="list-style-type: none"> El Anexo IV contiene los valores límites de emisión para el vertimiento de aguas residuales contaminadas con PCDD y PCDF provenientes de la purificación de gases de escape. El Anexo V contiene los valores de emisión a la atmósfera de PCDD y PCDF.

País	Legislación	Breve descripción
Comunidad Europea	Decisión 2003/33/CE del Consejo, de 19 de diciembre de 2002, que establece criterios y procedimientos para la aceptación de desechos en los vertederos con arreglo al Artículo 16 de la Directiva 1999/31/EC y su Anexo II	<ul style="list-style-type: none"> En el párrafo 2.1.2.2 del Anexo figuran criterios para vertederos de desechos inertes que contienen PCB.
Estados Unidos de América	US EPA 40 CFR 63 Subpart EEE: Normas nacionales para la emisión de contaminantes atmosféricos peligrosos procedentes de cámaras de combustión de desechos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> Contiene normas para la liberación de PCDD y PCDF en las emisiones a la atmósfera
Estados Unidos de América	40 CFR 268.48 Normas universales de tratamiento de desechos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> Contiene normas para el tratamiento de desechos sólidos antes de su eliminación en tierra y de desechos acuosos antes de su vertimiento. Incluye todos los COP, con excepción del mirex.
Estados Unidos de América	40 DFR 761.70 Incineración	<ul style="list-style-type: none"> Contiene normas para la liberación de PCB en las emisiones a la atmósfera.
Finlandia	Decisión (1071/1989) del Consejo de Estado sobre las restricciones en la utilización de PCB y PCT	<ul style="list-style-type: none"> Contiene valores límites para PCB y PCT.
Finlandia	Decisión (101/1997) del Consejo de Estado sobre gestión de aceites de desecho	<ul style="list-style-type: none"> Contiene valores límites para los PCB en aceites regenerados y en aceites de desecho destinados a la incineración.
Finlandia	Decisión (711/1998) del Consejo de Estado sobre el cese del uso de artículos con PCB y el tratamiento de PCB como desechos	<ul style="list-style-type: none"> Contiene valores límites para PCB.
Finlandia	Decreto (1129/2001) del Consejo de Estado sobre una lista de los desechos y desechos peligrosos más generales	<ul style="list-style-type: none"> Contiene valores límites para PCB.
Japón	Ley relativa a medidas especiales contra las dioxinas	<ul style="list-style-type: none"> Contiene normas ambientales de incorporación diaria tolerable para el aire ambiente, la calidad del agua (incluidos los sedimentos) y normas sobre suelos, emisiones y residuos para gases, efluentes, cenizas y polvos en relación con los PCDD, PCDF, y PCB coplanar.
Japón	Ley relativa a medidas especiales contra los desechos con PCB	<ul style="list-style-type: none"> Contiene normas para el tratamiento de plásticos y metales contaminados con PCB.
Japón	Ley relativa a medidas especiales contra la contaminación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> Contiene normas para el tratamiento de suelos contaminados con PCB
Japón	Ley de gestión de desechos y limpieza municipal	<ul style="list-style-type: none"> Contiene criterios relativos a los desechos peligrosos que contienen PCB, PCDD, PCDF y PCB coplanar.
Japón	Ley de control de la contaminación del agua	<ul style="list-style-type: none"> Contiene normas de emisión de efluentes que contengan PCB.
México	Norma NOM-098 de 2004	<ul style="list-style-type: none"> Contiene normas de emisión y eficiencia de destrucción para incineradores de desechos.
México	Norma NOM-133 de 2001	<ul style="list-style-type: none"> Contiene reglamentación relativa a la manipulación de PCB y un programa para la preparación de inventarios.
Suiza	Ordenanza sobre carga del suelo	<ul style="list-style-type: none"> Contiene niveles de intervención en emplazamientos contaminados con PCB, PCDD y PCDF.

Anexo III

Métodos analíticos seleccionados para COP

1. **Aldrina**
 - a) ISO 6468 (1996) Water quality -- Determination of certain organochlorine insecticides, polychlorinated biphenyls and chlorobenzenes -- Gas chromatographic method after liquid-liquid extraction;
 - b) ISO 10382 (2002): Soil quality -- Determination of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls -- Gas-chromatographic method with electron capture detection.
2. **DDT**
 - a) ISO 6468 (1996) Water quality -- Determination of certain organochlorine insecticides, polychlorinated biphenyls and chlorobenzenes -- Gas chromatographic method after liquid-liquid extraction;
 - b) ISO 10382 (2002): Soil quality -- Determination of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls -- Gas-chromatographic method with electron capture detection;
 - c) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) Method 4042: Soil screening for DDT by immunoassay, US-EPA analytical chemistry guidance SW-846.
3. **HCB**
 - a) ISO 6468 (1996) Water quality -- Determination of certain organochlorine insecticides, polychlorinated biphenyls and chlorobenzenes -- Gas chromatographic method after liquid-liquid extraction;
 - b) ISO 10382 (2002): Soil quality -- Determination of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls -- Gas-chromatographic method with electron capture detection.
4. **PCB**
 - a) DIN 38414-20 (1996): German standard methods for the examination of water, waste water and sludge - Sludge and sediments (group S) - Part 20: Determination of 6 polychlorinated biphenyls (PCB) (P 20);
 - b) EN 1948 (draft 2004) Stationary source emissions – determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs. Part 1 Sampling, Part 2: Extraction and clean-up of PCDDs/PCDFs, Part 3: Identification and quantification of PCDDs/PCDFs;
 - c) EN 12766-1 (2000): Petroleum products and used oils – Determination of PCBs and related products – Part 1: Separation and determination of selected PCB congeners by gas chromatography (GC) using an electron capture detector (ECD);
 - d) EN 12766-2 (2001): Petroleum products and used oils - Determination of PCBs and related products - Part 2: Calculation of polychlorinated biphenyl (PCB) content;
 - e) EN 61619 (2004): Insulating liquids - Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) - Method of determination by capillary column gas chromatography;
 - f) ISO 6468 (1996) Water quality -- Determination of certain organochlorine insecticides, polychlorinated biphenyls and chlorobenzenes -- Gas chromatographic method after liquid-liquid extraction;
 - g) ISO 10382 (2002): Soil quality -- Determination of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls -- Gas-chromatographic method with electron capture detection;
 - h) JIS K 0093 (2002): Testing method for polychlorobiphenyl in industrial water and wastewater;
 - i) Methods for Examining Standards of General Wastes under Special Control and Industrial Waste under Special Control, Notice 192 of the Japan Ministry of Welfare and Labor, 3 July 1992;

- j) NEN 7374 (2004): Leaching characteristics – Column test for the determination of the leaching of PAH, PCB, OCP and EOX, phenol and cresoles from granular materials - Solid earthy and stony materials;
- k) NVN 7350 (1997): Leaching characteristics of solid earthy and stony building and waste materials - Leaching tests - Determination of the leaching of PAH, PCB and EOX from granular materials with the cascade test;
- l) NVN 7376 (2004): Leaching characteristics – determination of the leaching of PAH, PCB, OCP and EOX, phenol and cresoles from building and monolithic waste materials with diffusion test – Solid earthy and stony materials;
- m) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) Method 1668, Revision A: Chlorinated Biphenyl Congeners in Water, Soil, Sediment, and Tissue by HRGC/HRMS, United States Office of Water, EPA No. EPA-821-R-00-002, Environmental Protection Agency (4303), December 1999;
- n) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) Method 4020: Screening for polychlorinated biphenyls by immunoassay (www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/4020.pdf);
- o) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) Method 8080: Organochlorine Pesticides and PCBs;
- p) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) Method 8082: Polychlorinated biphenyls (PCBs) by gas chromatography (www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/8082.pdf).

5. PCDD y PCDF

- a) EN 1948 (draft 2004): Stationary source emissions – determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs. Part 1 Sampling, Part 2: Extraction and clean-up of PCDDs/PCDFs, Part 3: Identification and quantification of PCDDs/PCDFs;
- b) EN 1948 (1997): Stationary source emissions – determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs. Part 1 Sampling, Part 2: Extraction and clean-up, Part 3: Identification and quantification
- c) ISO 18073 (2004): Water quality -- Determination of tetra- to octa-chlorinated dioxins and furans -- Method using isotope dilution HRGC/HRMS
- d) JIS K 0311 (1999): Method for determination of tetra- through octa-chlorodibenzo-p-dioxins, tetra- through octa-chlorodibenzofurans and coplanar polychlorobiphenyls in stationary source emissions
- e) JIS K 0312 (1999): Method for determination of tetra- through octa-chlorodibenzo-p-dioxins, tetra- through octa-chlorodibenzofurans and coplanar polychlorobiphenyls in industrial water and waste water
- f) Methods for Examining Standards of General Wastes under Special Control and Industrial Waste under Special Control (Notice 192 of the Japan Ministry of Welfare and Labor, July 3, 1992)
- g) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) Method 1613: Tetra-through Octa-Chlorinated Dioxins and Furans by Isotope Dilution HRGC/HRMS, October 1994, (www.epa.gov/waterscience/methods/1613.pdf)
- h) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) Method 0023A: Sampling Method for Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Polychlorinated Dibenzofuran Emissions from Stationary Sources. Revision 1 December 1996 (www.epa.gov/SW-846/pdfs/0023a.pdf)
- i) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) Method 8290A: Polychlorinated Dibenzodioxins (PCDDs) and Polychlorinated Dibenzofurans (PCDFs) by High-Resolution Gas Chromatography/High-Resolution Mass Spectrometry (HRGC/HRMS), revision 1 January 1998

j) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) Method T09: Determination of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins (PCDDs) in ambient air using high-resolution mass spectrometry (HRGC/HRMS)

k) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) Method 8280A: The analysis of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and polychlorinated dibenzofurans by high resolution gas chromatography/low resolution mass spectrometry (HRGC/LRMS) (US-EPA analytical chemistry guidance SW-846)

l) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) Method 8290: Polychlorinated dibenzodioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) by high-resolution gas chromatography/high resolution mass spectrometry (HRGC/HRMS) (US-EPA analytical chemistry guidance SW-846)

6. Desechos sólidos, materiales en forma de partículas

Nordtest: Method NT ENVIR 004; Solid Waste, Particulate Materials: Sampling, ISSN 1238-4445, 1996

Anexo IV

Economía de los métodos de destrucción y transformación irreversible

Es importante tener en cuenta que la información que figura en los siguientes cuadros 1 y 2 tiene por objeto únicamente proporcionar una amplia referencia basada en las estimaciones de costos disponibles de los diferentes métodos de destrucción y transformación irreversible expuestos en esta directriz técnica.

Esta información no es representativa, ya que los datos están influenciados por varios factores, por ejemplo, la escasez de datos, las diferentes fechas en que se estimaron los datos, las diversas monedas, las variaciones de los tipos de cambio de las monedas, los costos locales de la electricidad, la mano de obra y los materiales, así como la cantidad de desechos y el uso de la tecnología (teóricamente, el costo de la tecnología debería disminuir con el tiempo).

Se proporcionará información adicional en el siguiente informe: Inventario de la capacidad mundial de destrucción de PCB, segunda edición. Se espera que el informe se publique en un futuro próximo.

Cuadro 1: Estimaciones de costos de los métodos de destrucción y transformación irreversible

Métodos de destrucción y transformación irreversible	Estimaciones de costos	Origen
Reducción por metal alcalino ¹	i. aceites de transformador: 0,15 USD/L, 500GBP a 1000GBP/t, 1,06 CAD/L, 0,90 CAD/kg; y ii. aceites de desecho: 0,60 CAD/kg	Proveedores UNEP, 2004b
Descomposición catalizada por bases (DCB) ¹	i. Varían los precios de las licencias; ii. Regalías operacionales: 5% - 10% de ingresos/ventas brutos; iii. Costos de capital (reactor para líquido CB de 9.462,5L): 800.000 USD a 1,4 millones USD; iv. Costos de funcionamiento: 728 USD a 1.772 USD según la concentración de COP.	Tomados en 2004 del sitio de la web de BCD Group Inc.
Declaración catalítica (DC)	No se dispone de datos	
Coincineración en horno rotatorio de cemento	No se dispone de datos	
Reducción química en base gaseosa (RQFG) ²	i. 4.000 AUD a 6.000 AUD/t para plaguicidas sólidos organoclorados; ii. 4.000 AUD a 8.000 AUD/t para PCB y plaguicidas líquidos organoclorados; iii. 6.000 AUD a 11.000 AUD/t para condensadores contaminados con PCB	CMPS&F – Environment Australia, 1997
Incineración de desechos peligrosos	Véase el siguiente cuadro 2	
Reacción de declaración fotoquímica (DFQ) y reacción de declaración catalítica (DC)	Disponibles previa petición: i. Precios de la licencia ii. Regalías o costos operacionales	

Métodos de destrucción y transformación irreversible	Estimaciones de costos	Origen
Arco de plasma	<p>Costo de capital¹ (unidad Plascon de 150 kW): 1 millón de USD, según la configuración.</p> <p>Costos de funcionamiento: menos de 3.000 AUD (incluida la mano de obra), normalmente oscilan entre 1.500 AUD y 2.000 AUD/t. Los costos dependen de factores tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Alimentación de desechos – estructura molecular, peso y concentración; ii. Costos de la energía eléctrica; iii. Costos del argón y del oxígeno; iv. Ubicación geográfica y cuestiones específicas del emplazamiento; v. Costos de los productos cáusticos; y vi. Límites de emisión exigidos 	CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; UNEP, 2004b
Método del terc-Butoxido de potasio (t-BuOK)	No se dispone de datos	
Oxidación en agua supercrítica (OASC) y oxidación en agua subcrítica	Costos: 120 USD a 140 USD/t seca ³	CMPS&F – Environment Australia, 1997

1. No está claro si en estas estimaciones se incluyen los costos potenciales que supone el tratamiento previo y/o la eliminación de residuos.
2. No está claro si las cifras incluyen los costos que supone el tratamiento previo de los desechos sólidos.
3. Suponiendo que se ha registrado cierto tratamiento previo. No está claro si esta estimación incluye los costos de capital o costos debidos a la eliminación de los residuos.

Cuadro 2: Incineración de desechos peligrosos (para un incinerador que trate 70.000 toneladas anuales)

	Costos de inversión (millones de euros)*	
	2004 ^a	1999 ^b
Tiempo de construcción	3	6,5
Trabajos eléctricos	10	20
Trabajos de infraestructura	6	12,5
Piezas de máquinas	16	32,5
Otros componentes	14	27,5
Planificación/aprobación	3	6
Total costos de inversión	52	105
	Costos operacionales (millones de euros)	
Administración	0,3	0,5
Costos de financiación de capital	5	10,5
Mantenimiento	4	4
Recursos/energía operacionales	1,3	2,5
Otros costos	0,3	0,5
Personal	3	5,5
Eliminación de desechos	0,8	1,5
Total costos operacionales	14,7	25
<i>Costos por tonelada incinerada (sin ingresos)</i>	<i>200–300</i>	<i>350</i>

Se ha determinado que las tasas de salida de los incineradores de desechos en Europa oscilan entre 50 y 1.500 euros (Origen: Comisión Europea 2004).

*Notas:

^a Origen de las cifras de la primera columna: Comisión Europea, 2004.

^b Origen de las cifras de la segunda columna: Valores medios de los costos específicos de incineración de desechos municipales y peligrosos (1999), VDI 3460: Control de emisiones del tratamiento térmico de desechos, Alemania, marzo de 2002.

Anexo V

Referencias

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile Information Sheets. Se puede consultar en www.atsdr.cdc.gov
- Ariizumi, A.; Otsuka, T.; Kamiyama, M.; Hosomi, M., 1997, *Dechlorination and decomposition behaviour of PCBs by the sodium dispersion process*. J. Environ. Chem., 7, pages 793–799
- Australia Department of the Environment and Heritage, 2000. A Case Study of Problem Solving Through Effective Community Consultation. Se puede consultar en www.deh.gov.au/industry/chemicals/scheduled-waste/community-consultation.html
- Convenio de Basilea, 1994. *Documento marco sobre la preparación de directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de los desechos sujetos al Convenio de Basilea*. Document no. 94/005. Secretaría del Convenio de Basilea, Ginebra..
- Canadian Council of Ministers of the Environment, 1997. Guidance Document on the Management of Contaminated Sites in Canada. Se puede consultar en www.ccme.ca
- Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002. Canadian Environmental Quality Guidelines. Se puede consultar en www.ccme.ca
- CMPS&F – Environment Australia, 1997. *Appropriate Technologies for the Treatment of Scheduled Wastes Review Report Number 4*. Se puede consultar en www.deh.gov.au
- Costner, P., D. Luscombe and M. Simpson, 1998. Technical Criteria for the Destruction of Stockpiled Persistent Organic Pollutants. Greenpeace International Service Unit.
- Organismo Danés de Protección del Medio Ambiente, 2004. Detailed review of selected non-incineration and incineration POPs Elimination Technologies for the CEE Region. Se puede consultar en www.mst.dk/publications/
- Comisión Europea, 2001. Reference Document on Best Available Techniques in the Cement and Lime Manufacturing Industries. Se puede consultar en <http://europa.eu.int/comm/environment/ipcc/>
- Comisión Europea, 2003. *Reference Document on the General Principles of Monitoring, July, 2003*. Se puede consultar en <http://europa.eu.int/comm/environment/ipcc/>
- Comisión Europea, 2004. Draft Reference Document on Best Available Techniques for Waste Incineration, March, 2004. Se puede consultar en <http://europa.eu.int/comm/environment/ipcc/>
- FAO, 1996. *Pesticide Storage and Stock Control Manual. No.3*. Se puede consultar en www.fao.org
- FAO, 2000. *Assessing Soil Contamination: a Reference Manual No. 8*. Se puede consultar en www.fao.org
- FAO, 2001. Training manual on inventory taking of obsolete pesticides, Series No 10 and reference No X9899. Se puede consultar en www.fao.org
- FRTR, 2002. *Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0*. Se puede consultar en www.frtr.gov/matrix2/top_page.html
- Programa de Acción Mundial para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra. Mecanismo de intercambio de información del PAM. Se puede consultar en <http://pops.gpa.unep.org>
- OMI, 2002. Código Internacional Marítimo de Mercancías Peligrosas. Se puede consultar en www.imo.org
- Organización Internacional del Trabajo, 1999a. Basics of Chemical Safety. Se puede consultar en www.ilo.org
- Organización Internacional del Trabajo, 1999b. Safety in the use of chemicals at work: Code of Practice. Se puede consultar en www.ilo.org
- IPCS INCHEM, no date. Health and Safety Guide (HGSs). Se puede consultar en www.inchem.org
- Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999: Technical Guideline for Treatment of PCBs
- Karstensen, K.H. , 2001. Disposal of obsolete pesticides in cement kilns in developing countries. Lessons learned – How to proceed. *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, 20-22 March 2001, Poznan, Poland, November 2001.
- Kümmling, K., D.J. Gray, J. P. Power and S. E. Woodland, 2001 Gas-phase chemical reduction of hexachlorobenzene and other chlorinated compounds: Waste treatment experience and applications. *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, 20-22 March 2001, Poznan, Polonia, noviembre de 2001.

Ministry of the Environment of Japan, 2004. Report on study of the treatment standards for POPs waste in fiscal year 2003.

Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2002, *Dechlorination pathways of PCBs by photochemical reaction and catalytic hydro-dechlorination*. Organohalogen Compd. 56, pages 413–416

Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2003, *Dechlorination pathways and kinetics in photochemical reaction and catalytic hydro-dechlorination*. Organohalogen Compd. 63, pages 276–279

Noma Y., Sakai. S., Oono M., 2003, *Pathways for the degradation of PCBs by palladium-catalyzed dechlorination*, *Fresenius Environ. Bull*, 12, 3, pages 302–308

OECD, 2001. Harmonised Integrated Classification System for Human Health and Environmental Hazards of Chemical Substances and Mixtures. Se puede consultar en www.oecd.org

OECD, 2003. *Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response, Second Edition*. Se puede consultar en www.oecd.org

OECD, 2004. Recommendation of the Council on the Environmentally Sound Management (ESM) of Waste C(2004)100. Adopted June 9, 2004. Se puede consultar en www.oecd.org

Oono M. Kaneda M., and Hirata Y., 1997, *Destruction of PCBs by reaction with potassium tert-butoxide*, Organohalogen Compd. 31, pages 415–419

Oono M. and Kaneda M., 1997, *Complete destruction of PCBs by a catalytic hydrogenation and t-BuOK method in a bench scale plant*, Organohalogen Compd. 31, pages 405–409

Piersol, P. 1989. *The Evaluation of Mobile and Stationary Facilities for the Destruction of PCBs*. Environment Canada Report EPS 3/HA/5, May 1989.

Rahuman, M.S.M. Mujeebur; L.Pistone; F. Trifirò and S. Miertu, 2000. Destruction Technologies for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Se puede consultar en www.unido.org

Ray, I. D., 2001. Management of chlorinated wastes in Australia. *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, 20-22 March 2001, Poznan, Poland, November 2001.

Sakai S., Peter. A. B., Oono M. 2001. *PCB destruction by catalytic hydrodechlorination (CHD) and t-BuOK method: Combinatorial bio/chemical analysis*. Organohalogen Compd. 54, pages 293–296

Sasaki Satoshi, A. Masaaki, A. Watanabe, O. Nishida, H. Fujita, W. Harano, S. Nagata, H. Mimura. 2003. *Dioxin formation and PCB Emissions in a Pool Combustion of a PCB Mixed oil – Simulation of Fires in PCB Degradation Facilities*. Organohalogen Compounds, 63, pages 171–175

Stobiecki, S., J. Cieszkowski, A. Silowiecki and T. Stobiecki. Disposal of pesticides as an alternative fuel in cement kiln: project outline. *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, 20-22 March 2001, Poznan, Poland, November 2001.

Takigami H., Sakai S., and Oono M., 2002, *Validation study for practical bio-monitoring of waste PCB samples during their destruction treatment using DR-CALUX assay and PCB immunoassay*, Organohalogen Compd. 58, pages 397–400

Takigami H., Sakai S., and Oono M., 2002, *Practical CALUX-monitoring of PCB wastes during their chemical treatments*, Organohalogen Compd. 58, pages 397–400

CEPE, 2003a. Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas (Reglamentación Modelo). Se puede consultar en www.unece.org

CEPE, 2003b. Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA). Se puede consultar en www.unece.org

UNEP, 1993. Storage of Hazardous Materials: A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials. Se puede consultar en www.unep.org

UNEP, 1994. Guidance Document on the Preparation of Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Subject to the Basel Convention. Se puede consultar en www.basel.int

UNEP, 1995a. Model National Legislation on the Management of Hazardous Wastes and Other Wastes as well as on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Other Wastes and their Disposal. Se puede consultar en www.basel.int

UNEP, 1995b. Basel Convention: Manual for Implementation. Se puede consultar en www.basel.int

UNEP, 1995c. Technical Guidelines on Incineration on Land (D10). Se puede consultar en www.basel.int

UNEP, 1995d. Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5). Se puede consultar en www.basel.int

UNEP, 1998a. Basel Convention: Guide to the Control System. Se puede consultar en www.basel.int

UNEP, 1998b. Inventory of World-Wide PCB Destruction Capacity. Se puede consultar en www.chem.unep.ch

- UNEP, 2000a. Methodological Guide for the Undertaking of National Inventories of Hazardous Wastes Within the Framework of the Basel Convention. Se puede consultar en www.basel.int
- UNEP, 2000b. Survey of Currently Available Non-Incineration PCB Destruction Technologies. Se puede consultar en www.chem.unep.ch
- UNEP, 2001. Guía Metodológica para realizar inventarios nacionales de desechos peligrosos en el marco del Convenio de Basilea. Se puede consultar en www.basel.int
- UNEP, 2003. Orientaciones provisionales para elaborar un plan de aplicación nacional del Convenio de Estocolmo. Se puede consultar en www.pops.int
- UNEP, 2004a. Directrices para el Programa de Vigilancia Mundial de contaminantes orgánicos persistentes. Se puede consultar en www.chem.unep.ch
- UNEP, 2004b. Review of the Emerging, Innovative Technologies for the Destruction and Decontamination of POPs and the Identification of Promising Technologies for Use in Developing Countries. Se puede consultar en www.unep.org/stapgef
- UNEP, 2004c. Proyecto de Directrices sobre Mejores Técnicas Disponibles y orientación provisional sobre Mejores Prácticas Ambientales. Se puede consultar en www.pops.int
- United States Army Corps of Engineers, 2003. Safety and Health Aspects of HTRW Remediation Technologies. Se puede consultar en www.usace.army.mil
- Agencia para la Protección del Medio Ambiente, Estados Unidos de América, 1993. Technology Alternatives for the Remediation of PCB-Contaminated Soil and Sediment. Se puede consultar en www.epa.gov
- Agencia para la Protección del Medio Ambiente, Estados Unidos de América, 2000. The Bioremediation and Phytoremediation of Pesticide-contaminated Sites. Se puede consultar en www.epa.gov
- Agencia para la Protección del Medio Ambiente, Estados Unidos de América, 2002. RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance. Se puede consultar en www.epa.gov
- Vijgen, J., 2002. NATO/CCMS Pilot Study: Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater. Se puede consultar en www.unep.org/stapgef
- Watanabe Atsuo, A. Ohara, and N. Tajima 2002. *Basic Analysis on Severe Accident for Chemical PCB Detoxification Plant using the UV/Catalyst Method*. *Journey of Chemical Engineering of Japan*, 35, pages 729–736
- Watanabe Atsuo, A. Ohara, N. Tarima, S. Yoneki, and Y. Hosoya, 2003. *PSA application for PCBs detoxification plant*. *Journal of Material Cycle and Waste Management*, 5, No. 1 pages 39–48
- Weber, Roland, 2004. Relevance of PCDD/PCDF Formation for the Evaluation of POPs Destruction Technologies – Necessity and Current Status. *Organohalogen Cpd* 66: 1282-1288.
- Organización Mundial de la Salud, 1995. Global Strategy on Occupational Health for All. The Way to Health at Work. Se puede consultar en www.who.int
- Organización Mundial de la Salud, Programa internacional de seguridad de las sustancias químicas, 1995. A Review of the Persistent Organic Pollutants -- An Assessment Report on: DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins and Furans. Se puede consultar en www.pops.int
- Organización Mundial de la Salud, 1999. Teacher's guide on basic environmental health. Se puede consultar en www.who.int
-

Anexo III

Directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) y bifenilos polibromados (PBB), que los contengan o que estén contaminados por éstos

Índice

página

I.	Introducción.....	5
A.	Ámbito de aplicación.....	5
B.	Descripción, producción, utilización y desechos.....	5
1.	Descripción.....	5
a)	PCB	5
b)	PCT	6
c)	PBB	6
2.	Producción.....	6
a)	PCB	6
b)	PCT	7
c)	PBB	7
3.	Utilización	7
a)	PCB	7
b)	PCT	8
c)	PBB	8
4.	Desechos.....	8
II.	Disposiciones pertinentes de los Convenios de Basilea y Estocolmo.....	9
A.	Convenio de Basilea	9
B.	Convenio de Estocolmo	11
III.	Cuestiones previstas en el Convenio de Estocolmo que se abordarán en cooperación con el Convenio de Basilea	12
A.	Bajo contenido de COP	12
B.	Niveles de destrucción y transformación irreversible	12
C.	Métodos que constituyen eliminación ambientalmente racional.....	13
IV.	Orientación sobre gestión ambientalmente racional (GAR)	13
A.	Consideraciones generales	13
1.	Convenio de Basilea	13
2.	Convenio de Estocolmo	13
3.	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos	13
B.	Marco legislativo y regulador.....	13
C.	Prevención y reducción al mínimo de los desechos	14
D.	Determinación e inventarios.....	14
1.	Determinación	14
2.	Inventarios	15
E.	Muestreo, análisis y vigilancia	15
1.	Muestreo	15
2.	Análisis	16
3.	Vigilancia	17
F.	Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento.....	17
1.	Manipulación.....	17
2.	Recolección	18
3.	Embalaje	18
4.	Etiquetado.....	19
5.	Transporte.....	19
6.	Almacenamiento.....	19

G.	Eliminación ambientalmente racional.....	19
1.	Tratamiento previo.....	19
2.	Métodos de destrucción y transformación irreversible.....	19
3.	Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o transformación irreversible no representan la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente.....	19
4.	Otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP.....	20
H.	Rehabilitación de los lugares contaminados.....	20
I.	Salud y seguridad.....	20
1.	Situaciones de gran volumen, elevada concentración o gran riesgo.....	20
2.	Emplazamientos de sitios de bajo volumen y baja concentración o situaciones de poco riesgo.....	21
J.	Medidas en situaciones de emergencia.....	21
K.	Participación del público.....	21
Anexos		
I.	Sinónimos y nombres comerciales de los PCB, PCT y PBB.....	22
II.	Bibliografía.....	23

Abreviaturas y siglas

ABE	copolímeros de acrilonitrilo butadieno estireno (plásticos)
CEPE	Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas
COP	contaminante orgánico persistente
EQT	equivalente tóxico
GAR	gestión ambientalmente racional
IPCS	Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas
PBB	bifenilo polibromado
PCB	bifenilo policlorado
PCDD	dibenzoparadioxina policlorada
PCDF	dibenzofurano policlorado
PCN	naftaleno policlorado
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PCT	terfenilo policlorado
PSS	plan de salud y seguridad

Unidades de medida

kg	kilogramo
mg	miligramo

Nota: El término inglés “management” se traduce en el Convenio de Basilea al español como “gestión”, en el Convenio de Estocolmo como “manejo”. Por razones de coherencia se ha adoptado para las presentes Directrices la traducción “gestión”.

I. Introducción

A. Ámbito de aplicación

1. El presente documento sustituye a las Directrices Técnicas del Convenio de Basilea sobre los desechos que contengan o estén contaminados con PCB, PCT y PBB (Y10) (febrero de 1997).
2. Las presentes directrices técnicas proporcionan orientación para el gestión ambientalmente racional (GAR) de los desechos consistentes en bifenilos policlorados (PCB), que los contengan o estén contaminados con ellos, de conformidad con las decisiones V/8, VI/23 y VII/13 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación, las decisiones OEWG-I/4, OEWG-II/10 y OEWG-III/8 del Grupo de Trabajo de composición abierta del Convenio de Basilea, y tienen en cuenta la resolución 5 de la Conferencia de Plenipotenciarios para el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, así como las decisiones INC-6/5 e INC-7/6 del Comité Intergubernamental de Negociación de un instrumento internacional jurídicamente vinculante para la aplicación de medidas internacionales respecto de ciertos contaminantes orgánicos persistentes. La Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes examinará las presentes directrices según lo dispuesto en el párrafo 2 del artículo 6 de dicho Convenio.
3. Además de los PCB, las presentes directrices técnicas se ocupan de los terfenilos policlorados (PCT) y los bifenilos polibromados (PBB) como una clase o categoría de sustancias debido a la semejanza entre las propiedades físicoquímicas y toxicológicas de estas sustancias. Los temas abordados abarcan el gestión, el tratamiento y la eliminación de los desechos. Cabe señalar que ni los PCT ni los PBB están contemplados en el Convenio de Estocolmo.
4. Los PCB producidos de forma no intencional no son objeto de las presentes directrices técnicas. Se tratará de ellos en las directrices técnicas sobre gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en dibenzodioxinas policloradas (PCDD), y dibenzofurados policlorados (PCDF), así como PCB y hexaclorobenceno (HCB) producidos de forma no intencional, que los contengan o estén contaminados por ellos.
5. El presente documento deberá utilizarse conjuntamente con las *Directrices Técnicas Generales para el gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos (Directrices Técnicas Generales)*. En el documento se proporciona información más pormenorizada acerca de la naturaleza y la frecuencia de los desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con ellos a los efectos de su identificación y gestión.

B. Descripción, producción, utilización y desechos

1. Descripción

a) PCB

6. Los PCB, son compuestos aromáticos formados de modo que los átomos de hidrógeno de la molécula de bifenilo (dos anillos de benceno enlazados entre sí por un solo enlace carbono-carbono) pueden ser sustituidos por hasta diez átomos de cloro. En teoría existen 209 congéneres, aunque en realidad sólo se han encontrado unos 130 congéneres en las formulaciones químicas comerciales (Holoubek, 2000). Es característico que de cuatro a seis de los diez posibles sitios de sustitución estén ocupados por un átomo de cloro (Environment Canada, 1988). Los congéneres de PCB con mayor contenido de cloro son prácticamente insolubles en agua y sumamente resistentes a la degradación.
7. Los PCB tienen 12 congéneres a los que la Organización Mundial de la Salud ha asignado factores de equivalencia de toxicidad, debido a que presentan una toxicidad parecida a la de la dioxina (PCB coplanares).

b) PCT

8. Los PCT constituyen también un grupo de hidrocarburos halogenados. Son muy parecidos en su estructura química a los PCB, salvo que contienen tres anillos de fenilos en lugar de dos. Por tal motivo, pueden tener hasta 14 átomos de cloro enlazados. El número de posibles congéneres de los PCT es muy grande; sin embargo, en las formulaciones químicas comerciales sólo unos pocos están presentes. Los PCT y los PCB poseen propiedades químicas y físicas muy parecidas. Los PCT son prácticamente insolubles en agua y sumamente resistentes a la degradación. Una diferencia entre los PCT y los PCB es que los PCT en general son menos volátiles.

c) PBB

9. Los PBB son los análogos de bromo de los PCB y por ello tienen 209 posibles congéneres. Sin embargo, sólo algunos se encuentran en las formulaciones químicas comerciales (Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (IPCS), 1994). Son sustancias sólidas o cerosas a temperatura ambiente. Son prácticamente insolubles en agua y sumamente resistentes a la degradación.

2. Producción

a) PCB

10. Los PCB poseen magníficas propiedades dieléctricas, longevidad, incombustibilidad y son resistentes a la degradación térmica y química. Por esta razón, antes de que se prohibieran en los países, se fabricaban para utilizarlos en equipo eléctrico, intercambiadores de calor, sistemas hidráulicos y distintas aplicaciones especializadas de otra índole.

11. El principal período de fabricación tuvo lugar entre 1930 y finales del decenio de 1970 en los Estados Unidos de América; hasta 1974 en China (Organismo Estatal de China para la Protección del Medio Ambiente, 2002); hasta principios del decenio de 1980 en Europa y hasta 1993 en Rusia (Programa de Vigilancia y evaluación del Ártico, 2000); y entre 1954 y 1972 en el Japón.

12. Los PCB se fabricaban en forma de mezclas de congéneres, por ejemplo, en la forma de cloración progresiva de lotes de bifenilo hasta que se alcanzaba determinado porcentaje ponderal preestablecido de cloro. Muy pocas veces se utilizaban los PCB de máxima concentración que se fabricaban. Por ejemplo, se les añadía en pequeñas cantidades a la tinta, los plásticos, la pintura y el papel carbón o se utilizaban en formulaciones de PCB de hasta 70% en el líquido para maquinaria hidráulica, transformadores y calentadores. A temperatura ambiente, la mayoría de ellos son líquidos oleosos o sólidos cerosos.

13. Entre los nombres comerciales más conocidos de los productos que contienen PCB figuran los que se enumeran a continuación. (En el anexo I del presente informe figura una lista detallada de los nombres comerciales de los PCB y sus sinónimos y en la sección IV.D figuran consideraciones relativas a las precauciones que se deben tener al utilizar nombres comerciales en los inventarios.)

Apirolio (Italia)
Aroclor (Estados Unidos)
Clophen (Alemania)
Delor (Checoslovaquia)
Elaol (Alemania)
Fenchlor (Italia)
Kanechlor (Japón)
Phenoclor (Francia)
Pyralene (Francia)
Pyranol (Estados Unidos)
Pyroclor (Estados Unidos)
Santotherm (Japón)
Sovol (URSS)
Sovtol (URSS)

14. En la serie del Aroclor, se coloca un número de cuatro cifras después de la palabra Aroclor. Las dos primeras cifras del número son 10 ó 12. El número 12 indica un Aroclor normal, mientras que el

número 10 indica un producto de destilación de un Aroclor. Las dos siguientes cifras del código de cuatro indican el porcentaje ponderal de cloro en la mezcla. De ahí que el Aroclor 1254 contenga aproximadamente 54% de cloro en peso.

15. Los productos y artículos comerciales con PCB se vendían por sus propiedades industriales más que por su composición química (IPCS, 1992). Contenían algunas impurezas y se solían mezclar con disolventes como el triclorobenceno y el tetraclorobenceno. Los PCB mezclados con triclorobencenos y tetraclorobencenos se denominaban askarel. Los contaminantes en las mezclas comerciales solían ser PCDF y naftalenos clorados. En los estudios realizados se han encontrado de 0,8 miligramos por kilogramo (mg/kg) a 40 mg/kg de PCDF en mezclas comerciales (IPCS, 1992). En algunos procesos térmicos y químicos se forman también PCB en forma no intencional.

16. La producción mundial acumulada de PCB se ha calculado en 0,75 a 2 millones de toneladas.

b) PCT

17. Se fabricaron cantidades mucho más pequeñas de PCT que de PCB y recibieron el mismo nombre comercial o parecido. Se utilizaron para los mismos tipos de aplicaciones que los PCB, aunque la mayoría se utilizó en ceras, plásticos, fluidos hidráulicos, pinturas y lubricantes (Jensen y Jørgensen, 1983). En los Estados Unidos, los PCT de la serie Aroclor se indican con las cifras 54 en los dos primeros lugares del código de cuatro cifras, p.ej. Aroclor 5432, 5442 y 5460 (IPCS, 1992). En el anexo I figuran ejemplos de nombres comerciales y en la sección IV.D se exponen los nombres comerciales en la definición de inventarios.

18. Ejemplos de nombres comerciales son Aroclor (Estados Unidos) y Kanechlor KC-C (Japón).

19. Los PCT se produjeron en los Estados Unidos, Francia, Alemania, Italia y el Japón hasta principios del decenio de 1980, cuando se considera que cesó todo tipo de producción. Se calcula que la producción mundial acumulada fue de unas 60.000 toneladas entre 1955 y 1980 (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPENU), 2002).

c) PBB

20. Casi no existe información acerca de la producción de PBB. Se calcula que a nivel mundial se fabricaron al menos 11.000 toneladas de PBB, pero no se dispone de cifras de producción en relación con algunos países que son productores conocidos de PBB (IPCS, 1994). Los PBB se fabricaron en los Estados Unidos hasta 1979, en Alemania hasta mediados del decenio de 1980 y en Francia por lo menos hasta mediados del decenio de 1990. Tal vez se sigan fabricando PBB en Asia (Lassen, Løkke y Andersen, 1999).

21. El primer compuesto de PBB producido fue el hexabromobifenilo, conocido comercialmente como FireMaster en los Estados Unidos. FireMaster se fabricó entre 1970 y 1974. Los análisis han demostrado que FireMaster contenía hasta un 80% de hexabromobifenilo y hasta un 25% de heptabromobifenilo. En Francia se vendía una mezcla comercial de PBB como Adine 0102. En Alemania, se fabricaron y vendieron PBB con alto contenido de bromo como Bromkal 80-9D. En el anexo I figuran ejemplos de nombres comerciales; en la sección IV.D se exponen los nombres comerciales en la definición de inventarios.

3. Utilización

a) PCB

22. Los PCB se utilizaron en una variedad muy amplia de aplicaciones industriales y de consumo. La Organización Mundial de la Salud calificó esos usos de completamente cerrados, nominalmente cerrados y abiertos (IPCS, 1992). Entre esos usos figuran:

- a) Sistemas completamente cerrados:
 - i) Transformadores eléctricos;
 - ii) Condensadores eléctricos (incluidas las reactancias de lámparas fluorescentes);

- iii) Interruptores, relés y otros accesorios eléctricos;
- iv) Cables eléctricos;
- v) Motores eléctricos y electroimanes (cantidades muy pequeñas);
- b) Sistemas nominalmente cerrados:
 - i) Sistemas hidráulicos;
 - ii) Sistemas de transmisión de calor (calentadores, intercambiadores de calor);
- c) Sistemas abiertos:
 - i) Plastificante en cloruro de polivinilo, neopreno y otros cauchos artificiales;
 - ii) Ingrediente en pinturas y otros materiales de recubrimiento;
 - iii) Ingrediente en tintas y papel de autocopias;
 - iv) Ingrediente en adhesivos;
 - v) Aditivos de plaguicidas;
 - vi) Ingrediente en lubricantes, materiales de sellado y de calafateo;
 - vii) Ignífugo en telas, alfombras, espuma de poliuretano, etc.;
 - viii) Lubricantes (lubricantes para microscopios, guarniciones de frenos, lubricantes para cuchillas, lubricantes de otros tipos).

23. Si bien se define el uso en los transformadores eléctricos que contienen PCB como una aplicación “completamente cerrada”, las prácticas industriales hicieron que los PCB pasaran a otros tipos de equipo, lo que creó puntos de contacto adicionales con el medio ambiente. Una práctica común era la de rellenar o recargar con PCB los transformadores que no contenían PCB (aceite mineral) cuando no se disponía de otro fluido.

24. También se añadieron o se eliminaron aceites con PCB junto con fluidos que no contenían PCB, como fluidos de calefacción o refrigerantes, fluidos para maquinaria hidráulica, líquido de frenos, lubricantes de motores y combustibles sin especificación. Se conocen numerosas anécdotas de empleados de empresas eléctricas que utilizaban líquidos con PCB para lavarse las manos y se los llevaban a casa para utilizarlos en calentadores domésticos, instalaciones hidráulicas y motores (como lubricante). Dado que la mayoría de las reactancias de lámparas fluorescentes que se fabricaron antes de la prohibición de los PCB contienen este producto químico, muchos hogares y negocios que instalaron lámparas fluorescentes han adquirido PCB sin saberlo.

b) PCT

25. Los PCT se utilizaron en casi exactamente las mismas aplicaciones que los PCB, pero en cantidades mucho más pequeñas. Sin embargo, se conoce poco acerca de las cantidades restantes porque no se han hecho inventarios (CEPENU, 2002). Se sabe que se utilizaron muy pequeñas cantidades de PCT en equipos eléctricos (Jensen y Jørgensen, 1983).

c) PBB

26. Los PBB se utilizaban fundamentalmente como ignífugos. Los PBB se añadían a los copolímeros acrilonitrilo butadieno estireno (plásticos) (ABE) (10% de PBB), a los revestimientos, lacas y a la espuma de poliuretano (IPCS, 1994).

4. Desechos

27. Los desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con éstos se encuentran en varias formas físicas, entre ellas:

- a) Equipo que contenga PCB o PCT o esté contaminado con ellos (condensadores, disyuntores, cables eléctricos, motores eléctricos, electroimanes, equipo de transmisión de calor, instalaciones hidráulicas, interruptores, transformadores, bombas de vacío, reguladores de voltaje);

- b) Disolventes contaminados con PCB o PCT;
- c) Vehículos que han alcanzado el final de su vida útil y fracciones ligeras de trituración (pelusas) que contengan PCB o estén contaminados con ellos;
- d) Desechos de demolición que contengan PCB o estén contaminados con ellos; (materiales pintados, solados a base de resinas, selladores, acristalamientos estancos);
- e) Aceites consistentes en PCB o PCT, que los contengan o estén contaminados con ellos (fluidos dieléctricos, fluidos de transmisión de calor, fluidos para maquinaria hidráulica, aceites de motores);
- f) Cables eléctricos aislados con polímeros que contengan PCB o PBB o estén contaminados con ellos;
- g) Suelos y sedimentos, rocas y áridos (p.ej. fondo rocoso excavado, grava, material detrítico) contaminados con PCB, PCT o PBB;
- h) Lodo contaminado con PCB, PCT o PBB;
- i) Plásticos que contengan PBB o estén contaminados con ellos y equipo que contiene esos materiales;
- j) Equipo de extinción de incendios que contenga PBB o esté contaminado con ellos;
- k) Contenedores contaminados por el almacenamiento de desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con ellos.

28. Obsérvese que las categorías antes mencionadas se aplican principalmente a los PCB, que se fabricaron en cantidades muy superiores a las de los PBB o los PCT y se han almacenado como desechos en espera de eliminación. Los PBB y los PCT muy pocas veces se encuentran en grandes cantidades, por lo que posiblemente no formen grandes acumulaciones de desechos.

II. Disposiciones pertinentes de los Convenios de Basilea y Estocolmo

A. Convenio de Basilea

29. En el artículo 1 (“Alcance del Convenio”) se indican los tipos de desechos objeto del Convenio de Basilea. En el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1 del Convenio de Basilea se explican las dos maneras de determinar si un “desecho” es “desecho peligroso” a los efectos del Convenio. En primer lugar, el desecho debe pertenecer a cualquiera de las categorías enumeradas en el anexo I del Convenio (“Categorías de desechos que hay que controlar”). En segundo lugar, el desecho debe tener al menos una de las características descritas en el anexo III del Convenio (“Lista de características peligrosas”).

30. En el anexo I se enumeran algunos de los desechos que puedan consistir en PCB, PCT o PBB, contenerlos o estar contaminados con ellos, como son:

- Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos
- Y8 Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados
- Y9 Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua
- Y10 Sustancias y artículos de desecho que contengan, o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)
- Y11 Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico
- Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices
- Y13 Desechos resultantes de la producción y utilización de resinas, látex, plastificantes, colas y adhesivos
- Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
- Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales

- Y39 Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles
- Y41 Solventes orgánicos halogenados
- Y42 Disolventes orgánicos, con exclusión de los disolventes halogenados
- Y45 Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44)

31. Se supone que los desechos enumerados en el anexo I presentan una de las características peligrosas descritas en el anexo III – por ejemplo H11 “Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)”; H12 “Ecotóxicos”; o H6.1 “Tóxicos (venenos) agudos” – a menos que, mediante “ensayos nacionales”, se pueda demostrar que no presentan esas características. Los ensayos nacionales pueden ser útiles para una característica peligrosa específica descrita en el anexo III hasta que exista una definición completa de la característica peligrosa. Actualmente se están elaborando documentos de orientación para cada una de las características peligrosas descritas en el anexo III con arreglo a lo dispuesto en el Convenio de Basilea.

32. En la lista A del anexo VIII se describen los desechos que “están caracterizados como peligrosos de conformidad con el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1” aunque la “inclusión de un desecho en el anexo VIII no obsta para que se use el anexo III (características peligrosas) para demostrar que un desecho no es peligroso”. En la lista B del anexo IX se enumeran los desechos que no estarán sujetos a lo dispuesto en el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1, a menos que contengan materiales incluidos en el anexo I en una cantidad tal que les confiera una de las características del anexo III. Los siguientes desechos en particular incluidos en el anexo VIII se aplican a los PCB, PCT o PBB:

- A1180 Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de éstos¹ que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidos en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y condensadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B, B1110)²
- A3180 Desechos, sustancias y artículos que contienen, consisten o están contaminados con bifenilo policlorado (PCB), terfenilo policlorado (PCT), naftaleno policlorado (PCN) o bifenilo polibromado (PBB), o cualquier otro compuesto polibromado análogo, con una concentración de igual o superior a 50 mg/kg³

33. En la lista A del anexo VIII se enumeran varios desechos o categorías de desechos que posiblemente contengan PCB, PCT o PBB o estén contaminados con ellos, a saber:

- A1090 Cenizas de la incineración de cables de cobre recubiertos
- A1100 Polvos y residuos de los sistemas de depuración de gases de las fundiciones de cobre
- A2040 Yeso de desecho procedente de procesos de la industria química, si contiene constituyentes del anexo I en tal grado que presenten una característica peligrosa del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B, B2080)
- A2060 Cenizas volantes de centrales eléctricas de carbón que contengan sustancias del anexo I en concentraciones tales que presenten características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B, B2050)
- A3020 Aceites minerales de desecho no aptos para el uso al que estaban destinados
- A3040 Desechos de líquidos térmicos (transferencia de calor)
- A3050 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas/adhesivos excepto los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente en la lista B, B4020)

¹ En esta entrada no se incluyen restos de montajes de generación de energía eléctrica.

² El nivel de concentración de PCB es de 50 mg/kg o más.

³ Se considera que el nivel de 50 mg/kg es un nivel práctico internacional para todos los desechos. Sin embargo, muchos países han establecido en sus normas niveles más bajos (por ejemplo, 20 mg/kg) para determinados desechos.

A3070	Desechos de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de líquido o de lodo
A3120	Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento
A3150	Desechos de disolventes orgánicos halogenados
A3160	Desechos resultantes de residuos no acuosos de destilación halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de disolventes orgánicos
A4070	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B, B4010)
A4100	Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B
A4130	Envases y contenedores de desechos que contengan sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III
A4140	Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados ⁴ correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III
A4150	Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
A4160	Carbono activado consumido no incluido en la lista B (véase el correspondiente apartado de la lista B, B2060)

34. En la sección II.A de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

B. Convenio de Estocolmo⁵

35. El Convenio de Estocolmo establece diferencias entre dos categorías de PCB:

a) Los PCB producidos de forma intencional cuya producción y utilización habrá que eliminar y que, como desechos, habrá que gestionar y eliminar de manera ambientalmente racional de conformidad con lo dispuesto en los artículos 3 y 6 y en el anexo A;

b) Los PCB producidos en forma no intencional, respecto de los cuales se pide a las Partes que adopten medidas específicas para reducir las liberaciones totales derivadas de fuentes antropógenas “con la meta de seguir reduciéndolas al mínimo y, en los casos en que sea viable, eliminarlas definitivamente”, de conformidad con el artículo 5 y el anexo C. Los PCB producidos en forma no intencional se abordarán en las directrices técnicas sobre la gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en PCDD y PCDF que los contengan o que estén contaminados con ellos.

36. En la parte II del anexo A, (“Bifenilos policlorados”) se exponen los requisitos concretos relacionados con los PCB, como sigue:

“Cada Parte deberá:

a) Con respecto a la eliminación del uso de los bifenilos policlorados en equipos (por ejemplo, transformadores, condensadores u otros receptáculos que contengan existencias de líquidos residuales) a más tardar en 2025, con sujeción al examen que haga la Conferencia de las Partes, adoptar medidas de conformidad con las siguientes prioridades:

- i) Realizar esfuerzos decididos por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga más de un 10% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a 5 litros;
- ii) Realizar esfuerzos decididos por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga de más de un 0,05% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a los 5 litros;

⁴ “Caducados” significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.

⁵ Esta sección no es de aplicación a PCT y PBB.

- iii) Esforzarse por identificar y retirar de uso todo equipo que contenga más de un 0,005% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a 0,05 litros;
- b) Conforme a las prioridades mencionadas en el apartado a), promover las siguientes medidas de reducción de la exposición y el riesgo a fin de controlar el uso de los bifenilos policlorados:
 - i) Utilización solamente en equipos intactos y estancos y solamente en zonas en que el riesgo de liberación en el medio ambiente pueda reducirse a un mínimo y la zona de liberación pueda descontaminarse rápidamente;
 - ii) Eliminación del uso en equipos situados en zonas donde se produzcan o elaboren alimentos para seres humanos o para animales;
 - iii) Cuando se utilicen en zonas densamente pobladas, incluidas escuelas y hospitales, adopción de todas las medidas razonables de protección contra cortes de electricidad que pudiesen dar lugar a incendios e inspección periódica de dichos equipos para detectar toda fuga;
- c) Sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo 2 del artículo 3, velar por que los equipos que contengan bifenilos policlorados, descritos en el apartado a), no se exporten ni importen salvo para fines de gestión ambientalmente racional de desechos;
- d) Excepto para las operaciones de mantenimiento o reparación, no permitir la recuperación para su reutilización en otros equipos que contengan líquidos con una concentración de bifenilos policlorados superior al 0,005%;
- e) Realizar esfuerzos decididos para lograr una gestión ambientalmente racional de desechos de los líquidos que contengan bifenilos policlorados y de los equipos contaminados con bifenilos policlorados con un contenido superior al 0,005%, de conformidad con el párrafo 1 del artículo 6, tan pronto como sea posible pero a más tardar en 2028, con sujeción al examen que haga la Conferencia de las Partes;
- f) En lugar de lo señalado en la nota ii) de la parte I del presente anexo, esforzarse por identificar otros artículos que contengan más de un 0,005% de bifenilos policlorados (por ejemplo, revestimientos de cables, calafateado curado y objetos pintados) y gestionarlos de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 del artículo 6;
- g) Preparar un informe cada cinco años sobre los progresos alcanzados en la eliminación de los bifenilos policlorados y presentarlo a la Conferencia de las Partes con arreglo al artículo 15.”

37. En la sección II.B de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

III. Cuestiones previstas en el Convenio de Estocolmo que se abordarán en cooperación con el Convenio de Basilea⁶

A. Bajo contenido de COP

38. Para los PCB se aplicará la siguiente definición provisional de bajo contenido de COP: 50 mg/kg⁷. En la sección III.A de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

B. Niveles de destrucción y transformación irreversible

39. En lo que respecta a la definición provisional para niveles de destrucción y transformación irreversible, consúltese la sección III.A de las *Directrices técnicas generales*.

⁶ Esta sección no es de aplicación a PCT ni PBB.

⁷ Determinado con arreglo a los métodos y normas nacionales o internacionales.

C. Métodos que constituyen eliminación ambientalmente racional

40. Véase la sección G del capítulo IV del presente informe y la sección IV.G.3 de las “Directrices técnicas generales para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes (COP), que los contengan o estén contaminados con ellos”.

IV. Orientación sobre gestión ambientalmente racional (GAR)

A. Consideraciones generales

1. Convenio de Basilea

41. Uno de los principales medios para la promoción de la GAR es la preparación y difusión de directrices técnicas, como el presente documento y las *Directrices técnicas generales*. En la sección IV.A.1 de las *Directrices técnicas generales* figura más información.

42. Las Partes que estén planificando o examinando un programa nacional de GAR deberán consultar, entre otras cosas, el documento de orientación de 2003 del Convenio de Basilea *Manual de capacitación para la preparación de un plan nacional de gestión ambientalmente racional de PCB y equipo contaminado con PCB* (PNUMA, 2003a).

2. Convenio de Estocolmo

43. En el Convenio de Estocolmo no figura una definición del término “gestión ambientalmente racional”. Ahora bien, la Conferencia de las Partes, en cooperación con los órganos pertinentes del Convenio de Basilea, habrá de determinar los métodos ambientalmente racionales de eliminación de desechos consistentes en PCB, que los contengan o estén contaminados con ellos.

44. Las Partes deberán consultar el documento Guía provisional para el desarrollo de un plan nacional de aplicación del Convenio de Estocolmo (PNUMA, 2003b).

3. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos

45. En la sección IV.A.3 de las *Directrices técnicas generales* figura información sobre la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos y la GAR.

B. Marco legislativo y regulador

46. Las Partes en los Convenios de Basilea y Estocolmo deberán examinar los controles, las normas y los procedimientos nacionales, incluso los que guarden relación con la GAR de los desechos consistentes en PCB, que los contengan o estén contaminados con ellos, para cerciorarse de que estén en consonancia con las disposiciones y sus obligaciones previstas en los Convenios respectivos.

47. Entre los elementos de un marco regulador aplicable a los PCB, PCT y PBB podrían figurar también los siguientes:

- a) Legislación favorable a la protección del medio ambiente (establece límites de liberaciones y criterios de calidad en relación con el medio ambiente);
- b) Prohibición de fabricar, vender, importar y exportar (para su utilización) los PCB, PCT y PBB;
- c) Fechas para eliminar definitivamente los PCB que se mantengan en servicio, en el inventario o en el almacén;
- d) Requisitos para el transporte de materiales y desechos peligrosos;
- e) Especificaciones para los contenedores, los equipos, los contenedores a granel y los locales de almacenamiento;
- f) Especificación de los métodos analíticos y de muestreo aceptables para los PCB, PCT y PBB;

- g) Requisitos para las instalaciones de gestión y eliminación de desechos;
 - h) Requisito general para la notificación y el examen públicos de los proyectos de reglamentos oficiales, las políticas, los certificados de aprobación, las licencias, la información sobre el inventario y los datos sobre liberaciones nacionales;
 - i) Requisitos para la determinación y rehabilitación de los lugares contaminados;
 - j) Requisitos relativos a la salud y protección de los trabajadores;
 - k) Otros posibles controles legislativos (prevención y minimización de los desechos, establecimiento de inventarios, medidas en situaciones de emergencia).
48. Probablemente para la mayoría de los países la tarea legislativa de mayor dificultad sea la de decidir el momento en que se eliminarán los PCB (y en menor medida los PCT y los PBB), dado que la mayoría de ellos cuentan ya con alguna forma de marco legislativo en relación con los PCB.
49. En la sección IV.B de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

C. Prevención y reducción al mínimo de los desechos

50. En ambos convenios, el de Basilea y el de Estocolmo, se promueve la prevención y la reducción al mínimo de los desechos, aunque en el Convenio de Estocolmo se propone la eliminación completa de los compuestos de PCB. Los PCB, los PCT y los PBB deberían ponerse fuera de servicio y eliminarse de manera ambientalmente racional.
51. Se deberían reducir al mínimo las cantidades de desechos que contengan estos compuestos mediante aislamiento y separación de las fuentes a fin de prevenir que se mezclen con las demás corrientes de desechos y las contaminen. Por ejemplo, los PCB utilizados en los equipos eléctricos, los materiales pintados, solados a base de resinas, selladores y acristalamientos estancos pueden contaminar grandes cantidades de desechos de demolición, si no se separan antes de la demolición.
52. La mezcla de desechos que contengan PCB por encima de un bajo contenido de COP definido, con otro material, exclusivamente a los efectos de producir una mezcla con contenido de COP inferior al bajo contenido de COP definido, no es ambientalmente racional. Sin embargo, tal vez sea necesario mezclar los materiales antes del tratamiento de los desechos a fin de optimizar la eficacia del tratamiento.
53. En el párrafo 6 y en la sección IV.C de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

D. Determinación e inventarios

1. Determinación

54. Los PCB, los PCT y los PBB se han encontrado históricamente en varios lugares, entre ellos:
- a) Instalaciones eléctricas: transformadores, condensadores, interruptores, reguladores de voltaje, disyuntores, reactancias de lámparas fluorescentes y cables;
 - b) Instalaciones industriales: transformadores, condensadores, reguladores de tensión, disyuntores, reactancias de lámparas fluorescentes, líquidos para transmisión de calor, líquidos para maquinaria hidráulica y sistemas de extinción de incendios;
 - c) Sistemas ferroviarios: transformadores, condensadores, reguladores de tensión y disyuntores;
 - d) Actividades mineras subterráneas: líquidos para maquinaria hidráulica y bobinas de toma de tierra;
 - e) Instalaciones militares: transformadores, condensadores, reguladores de tensión, líquidos para maquinaria hidráulica y sistemas de extinción de incendios;
 - f) Edificios residenciales/comerciales: condensadores, disyuntores, reactancias de lámparas fluorescentes y sistemas de extinción de incendios; juntas elásticas y tapajuntas, adhesivos de sellado; pinturas; hormigón y escayola;

- g) Laboratorios de investigación: bombas de vacío, reactancias de lámparas fluorescentes, condensadores y disyuntores;
- h) Plantas de fabricación de productos electrónicos: bombas de vacío, reactancias de lámparas fluorescentes, condensadores y disyuntores;
- i) Instalaciones de descarga de aguas residuales: bombas de vacío y motores de pozo;
- j) Estaciones de servicio de vehículos de motor: aceite reutilizado.

55. Es importante destacar que ni siquiera técnicos experimentados podrían determinar la índole de un efluente, una sustancia, un contenedor o la pieza de un equipo por su apariencia o sus marcas. Por regla general, un equipo con PCB, por ejemplo, no lleva una etiqueta según el tipo de fluido dieléctrico que contiene. Los inspectores peritos tal vez puedan determinar el contenido original a partir de otra información que figure en el rótulo de fábrica utilizando manuales de orientación como *Directrices para la identificación de PCB y materiales que contengan PCB* (PNUMA, 1999) o poniéndose en contacto con el fabricante.

56. La información sobre producción, utilización y tipos de desechos que se describe en la sección I.B del presente informe puede ser útil a la hora de determinar PCB, PCT y PBB.

57. En la sección IV.D.1 de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

2. Inventarios

58. Los inventarios son un instrumento importante en la determinación, cuantificación y caracterización de los desechos. El inventario nacional se puede utilizar para:

- a) Establecer una cantidad de referencia de los productos, artículos y desechos consistentes en PCB, PCT y PBB, que los contengan o estén contaminados con ellos;
- b) Prestar apoyo a las inspecciones reglamentarias;
- c) Asistir en la preparación de planes de medidas en situaciones de emergencia;
- d) Seguir el curso del progreso de la reducción al mínimo y eliminación definitiva de estos productos químicos, si procede.

Al establecer el inventario, se debe atribuir prioridad a la determinación de los desechos con alta concentración de COP.

59. El establecimiento de un inventario nacional requiere una dedicación de larga duración por parte del gobierno nacional, la cooperación de los propietarios y los fabricantes de PCB, PCT y PBB, un procedimiento administrativo eficaz para la recopilación de información con carácter permanente y un sistema de base de datos computadorizado para el almacenamiento de la información. En algunos casos, tal vez sean necesarios reglamentos gubernamentales para velar por que los propietarios informen sobre sus existencias y cooperen con los inspectores del gobierno.

60. Es imposible recopilar un inventario completo de todos los PCB, PCT y PBB, fundamentalmente debido a la dispersión del uso de estos productos químicos (p.ej., utilización en tintas, plastificantes, pintura, materiales ignífugos en pequeños componentes y lubricantes).

61. En la sección IV.D.2 de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

E. Muestreo, análisis y vigilancia

1. Muestreo

62. En la presente sección el muestreo se refiere a la toma de muestras de gases, líquidos o sólidos para su ulterior análisis sobre el terreno o en un laboratorio.

63. Los tipos de matrices que se muestrean para los análisis de PCB, PCT y PBB se indican a continuación.

- a) Líquidos:
 - i) Agua (agua superficial, agua de lluvia, agua subterránea, agua intersticial, agua potable, agua de procesos industriales, agua efluente, agua de condensación);

- ii) Líquidos de lixiviación de vertederos;
 - iii) Askarel (PCB y PCT) líquido de los transformadores u otro equipo o en su almacenamiento a granel;
 - iv) Aceite mineral de los transformadores contaminados con PCB o en su almacenamiento a granel;
 - v) Aceite de motores de desecho y otros aceites, combustibles y líquidos orgánicos de desecho;
 - vi) Extintores y retardadores de incendios líquidos (PBB);
 - vii) Líquidos biológicos (sangre, orina);
 - viii) Líquidos extraídos de derrames o con dispositivos de recuperación de productos naturales del manto freático en lugares contaminados;
- b) Sólidos:
- i) Productos sólidos o semisólidos de PCB, PCT o PBB;
 - ii) Contenedores o equipo (muestra de frotis o de limpieza);
 - iii) Suelos, sedimentos, cascotes, abonos;
 - iv) Laminillas de pintura, fragmentos de calafateo y de selladores, fichas de plástico, trozos de alambre y cable, esquirlas de la trituración de automóviles, cerámica, madera, desechos sólidos mezclados;
 - v) Papeles o paños utilizados en la recogida de muestras de frotis;
 - vi) Materiales de filtros;
 - vii) Sólidos extraídos de un líquido o fango (sólidos en suspensión, precipitados, sólidos coagulados, material filtrado);
 - viii) Sólidos derivados de procesos industriales o de procesos de eliminación (cenizas volantes, cenizas de fondo, escoria, residuos estancados, residuos de otro tipo);
 - ix) Hielo, nieve y otros materiales congelados;
 - x) Materiales vegetales y alimentos;
 - xi) Sólidos biológicos (animales enteros, tejidos, heces);
- c) Gases:
- i) Gases de productos o de desecho en contenedores;
 - ii) Gases de combustión derivados de procesos industriales y de tratamiento;
 - iii) Emisiones volátiles de productos, desechos, procesos y lugares contaminados;
 - iv) Gases del suelo y procedentes de aguas subterráneas;
 - v) Aire (ambiente, respiración de las personas, espacios cerrados);
 - vi) Gases biológicos (vahos, gases liberados por organismos).

64. En la sección IV.E.1 de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

2. Análisis

65. El análisis se refiere a la determinación de las propiedades físicas, químicas o biológicas de un material valiéndose de métodos de laboratorio documentados, examinados por especialistas y aceptados.

66. Cada país deberá determinar, mediante directrices o instrumentos legislativos, los métodos normalizados que se habrán de utilizar para los PCB, PCT y PBB y las situaciones en las que se deberán emplear esos métodos.

67. Los métodos especificados deberían abarcar todos los aspectos del proceso analítico para cada tipo de muestra que se pueda recoger, con arreglo a la lista de materiales de muestra que se indica en el párrafo 63 *supra*.

68. En términos muy generales, los métodos disponibles para los análisis químicos de los PCB (PNUMA, 1999) son los siguientes:

- a) Juegos de ensayo: En muchos casos se recomienda para los aceites la utilización de juegos de ensayo para determinar el cloro. Si el resultado es negativo, no es preciso analizar los PCB. Si el resultado es positivo, deberían realizarse análisis del tipo de los descritos a continuación, o puede considerarse el desecho como desecho que contiene PCB, o contaminado con ellos;
- b) Cromatografía líquida de alta resolución en combinación con detectores adecuados;
- c) Cromatografía gaseosa con columnas empaquetadas o columnas capilares, en combinación con detectores, tales como detectores de captura de electrones, espectrómetros de masas selectivos o espectrómetros de masas de alta resolución.

69. Otro aspecto importante de un programa analítico nacional es la homologación y verificación de los laboratorios. Todos los laboratorios deberán estar en condiciones de cumplir determinadas normas de calidad establecidas y comprobadas por el gobierno y por un organismo independiente como la Organización Internacional de Normalización o una asociación de laboratorios.

70. En la sección IV.E.2 de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

3. Vigilancia

71. Deberán ponerse en práctica programas de vigilancia de las actividades de gestión de desechos consistentes en PCB, PCT y PBB, que los contengan o estén contaminados con ellos. En la sección IV.E.3 de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

F. Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento

72. La manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento son actividades de suma importancia debido a que el peligro de derrame, fuga o incendio durante esas operaciones (por ejemplo en la preparación para el almacenamiento o la eliminación) es igual o mayor que el que existe durante el funcionamiento normal del equipo. Para determinar los requisitos específicos del transporte y el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos conviene consultar el *Convenio de Basilea: Manual de aplicación* (PNUMA 1995), el *Código Internacional Marítimo de Mercancías Peligrosas* (Organización Marítima Internacional (OMI), 2002), el *Reglamento de Mercancías Peligrosas* de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional y las Recomendaciones de las Naciones Unidas relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas: Reglamentación Modelo (Libro naranja).

1. Manipulación

73. Los principales problemas en la manipulación de desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con ellos son la exposición humana, las liberaciones accidentales al medio ambiente y la contaminación de otras corrientes de desechos con PCB, PCT o PBB. Esos desechos deberían manipularse siempre aparte de los demás tipos de desechos a fin de prevenir la contaminación de estas otras corrientes de desechos. Para ello se recomiendan, entre otras, las siguientes prácticas:

- a) Inspección de los contenedores para detectar fugas, perforaciones, oxidación, alta temperatura;
- b) Manipulación de los desechos a temperaturas inferiores a 25°C, de ser posible, debido al aumento de la volatilidad a temperaturas más altas;
- c) Comprobación de que las medidas de contención de los derrames sean las apropiadas y permitan contener los desechos líquidos en caso de derrame;

- d) Colocación de revestimientos plásticos o de alfombrillas absorbentes debajo de los contenedores antes de abrirlos si la superficie de la zona de contención no está recubierta uniformemente con algún material de protección (pintura, uretano, resina epóxica);
 - e) Drenaje de los desechos líquidos quitando el tapón de vaciado o bombeándolos con una bomba peristáltica y un sistema de tuberías de teflón o silicio;
 - f) Utilización de bombas, sistemas de tuberías y bidones especiales que no se utilicen para otros fines para trasvasar los desechos líquidos;
 - g) Limpieza de todo líquido derramado con paños o papel absorbente;
 - h) Triple enjuague de las superficies contaminadas con un disolvente como keroseno para eliminar todo PCB, PCT o PBB residual;
 - i) Tratamiento de todos los absorbentes y disolventes procedentes del triple enjuague, ropas de protección desechables y revestimientos plásticos como desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con ellos, cuando proceda.
74. Se deberá impartir instrucción al personal en los métodos correctos de manipulación de los desechos peligrosos.

2. **Recolección**

75. Es posible que una parte importante del volumen total nacional de PCB, PCT y PBB se encuentre en pequeñas cantidades en manos de pequeños empresarios y propietarios de viviendas (por ejemplo, en las reactancias de lámparas fluorescentes que contengan PCB, otros pequeños dispositivos eléctricos, intercambiadores de calor y calentadores que contengan líquidos con PCB o PCT, PBB en sistemas de extinción de incendios, contenedores pequeños de productos puros y existencias en pequeñas cantidades). Los poseedores de pequeñas cantidades tienen dificultades para eliminar estos materiales. Por ejemplo, tal vez el régimen de reglamentación exija que se inscriban como productores de desechos, posiblemente las consideraciones logísticas impidan o desaconsejen la recolección (p.ej., no se permite o no se dispone de sistema de recolección de desechos industriales en las zonas residenciales) y los costos podrían ser prohibitivos. Los gobiernos nacionales, regionales o municipales deberían considerar la posibilidad de establecer centros de recolección para estas pequeñas cantidades, de manera que los poseedores de pequeñas cantidades no tengan que ocuparse por su cuenta del transporte y la eliminación.
76. Los depósitos y la periodicidad de la recolección de desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con ellos deberán ser distintos de los de cualesquiera otros desechos.
77. Existe la necesidad imperiosa de que los depósitos de recolección no se conviertan en instalaciones permanentes de almacenamiento de desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con éstos. El riesgo de perjuicio para la salud humana y el medio ambiente es mayor cuando la cantidad de desechos es grande, incluso en condiciones de almacenamiento adecuado, que en el caso de cantidades pequeñas dispersas en una amplia zona.
78. En la sección VI.F.2 de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

3. **Embalaje**

79. Los desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contengan o estén contaminados con ellos deberán embalarse antes de ser almacenados o transportados. Los desechos líquidos se colocarán en bidones de acero de doble tapón. En los reglamentos que rigen el transporte se suelen especificar contenedores de una determinada calidad (p.ej. de acero calibre 16 revestidos por dentro con resina epóxica). Por ello, los contenedores utilizados para el almacenamiento deberán cumplir los requisitos de transporte previendo la posibilidad de que sean transportados en el futuro.
80. El equipo de grandes dimensiones drenado se podrá almacenar tal cual o colocarse dentro de un contenedor de gran tamaño (contenedor de contenedores) o forrarse con un plástico reforzado, si se quieren evitar las fugas. Las piezas pequeñas de los equipos, estén libres de líquido o no, deberán colocarse en bidones con un material absorbente. En un bidón se pueden colocar muchas piezas pequeñas de un equipo, siempre y cuando contenga una cantidad suficiente de material absorbente. Los

absorbentes se pueden comprar al por menor a los proveedores de dispositivos de seguridad. También se puede utilizar aserrín, vermiculita o turba.

81. Los bidones y el equipo se pueden colocar en plataformas de carga que puedan ser trasladadas por montacargas de horquilla y almacenadas. El equipo y los bidones deberán amarrarse a las plataformas antes de cualquier movimiento.

82. En la sección IV.F.3 de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

4. Etiquetado

83. Todos los bidones, contenedores y equipos que contengan PCB, PCT o PBB o estén contaminados con ellos deberán llevar en lugar visible una etiqueta que contenga tanto el rótulo de aviso de peligro como la indicación de los datos específicos del equipo o el bidón. Estos datos indicarán el contenido del bidón o el equipo (cantidades exactas de equipos o volumen de líquido), el tipo de desecho y el nombre y número de teléfono de la persona responsable.

5. Transporte

84. En la mayoría de los países existen reglamentos sobre el transporte de mercancías y desechos peligrosos, mientras que el movimiento transfronterizo de los desechos está controlado por el Convenio de Basilea.

85. Las empresas que transporten desechos dentro de su propio país deberán contar con los conocimientos especializados y la certificación como transportadores de materiales y desechos peligrosos.

6. Almacenamiento

86. Si bien muchos países han adoptado reglamentos o elaborado directrices en relación con el almacenamiento de PCB, la mayoría no cuenta con reglamentos ni orientaciones específicas en relación con los PCT y los PBB. No obstante, cabe suponer que los procedimientos para el almacenamiento sean parecidos a los de los PCB, dado que las propiedades y la toxicidad de los PCT y los PBB son muy parecidas. La práctica recomendada suele diferir en cierta medida de un país a otro, pero existen muchos elementos comunes para el almacenamiento de estos desechos en condiciones de seguridad.

87. En la sección IV.F.6 de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

G. Eliminación ambientalmente racional

1. Tratamiento previo

88. En cuanto al tratamiento previo, véase la sección IV.G.1 de las *Directrices técnicas generales*. En relación con la disminución del tamaño, el troceado y la trituración de condensadores deberían realizarse inmediatamente antes de la destrucción, en una instalación especial.

2. Métodos de destrucción y transformación irreversible

89. En cuanto a los métodos de destrucción y transformación irreversible, véase la sección IV.G.2 de las *Directrices técnicas generales*.

3. Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o la transformación irreversible no representan la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente

90. En cuanto a otros métodos de eliminación cuando la destrucción o la transformación irreversible no representan la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente, véase la sección IV.G.3 de las *Directrices técnicas generales*.

4. Otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP

91. En cuanto a otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP, véase la sección IV.G.4 de las *Directrices técnicas generales*.

H. Rehabilitación de los lugares contaminados

92. Prácticas deficientes de manipulación y almacenamiento pueden dar lugar a liberaciones de PCB en lugares donde se almacenan estos productos químicos, lo que da por resultado lugares contaminados con altos niveles de PCB que pueden plantear graves peligros para la salud. En la sección IV.H de las *Directrices técnicas generales* figura información sobre la identificación y rehabilitación de lugares contaminados.

I. Salud y seguridad

93. Profesionales sanitarios y de seguridad calificados y con experiencia en la gestión de PCB, PBB y/o PCT deberán elaborar un plan de salud y seguridad para cada instalación. Hay en general tres maneras de proteger a los trabajadores contra los productos químicos peligrosos (en orden de preferencia):

- a) Mantener al trabajador alejado de toda posible fuente de contaminación;
- b) Controlar los contaminantes para reducir al mínimo la posibilidad de exposición;
- c) Proteger al trabajador por medio de equipo de protección personal.

94. Todos los planes de salud y seguridad deberán atenerse a estos principios y observar las normas laborales locales o nacionales. En la sección IV.I de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

1. Situaciones de gran volumen, elevada concentración o gran riesgo

95. Las situaciones de gran volumen, alta concentración o gran riesgo de los PCB, PCT o PBB son:

- a) Salas de equipos eléctricos donde haya transformadores con PCB de grandes dimensiones o múltiples;
- b) Manipulación para el transporte;
- c) Lugares de almacenamiento especializados (grandes volúmenes);
- d) Zonas de tratamiento y eliminación;
- e) Lugares contaminados con una elevada concentración de PCB, PCT o PBB en la superficie o cerca de ella.

96. Como mínimo, en los planes de salud y seguridad relacionados con PCB, PCT o PBB para situaciones de gran volumen, elevada concentración o gran riesgo figurará lo siguiente:

- a) El plan de salud y seguridad (PSS) se elaborará por escrito y se fijará una copia en cada emplazamiento;
- b) Todo trabajador que tenga que tener acceso a este emplazamiento leerá el plan y firmará como que lo ha leído y entendido;
- c) El PSS podrá redactarse de manera que abarque todos los peligros posibles en el emplazamiento, pero deberá contar con una sección o capítulo en que se detallen concretamente los procedimientos relacionados con los PCB, PCT o PBB;
- d) Los trabajadores permanecerán en el emplazamiento solamente el tiempo necesario para prestar servicios o inspeccionar el equipo o los materiales almacenados;
- e) Los trabajadores que entren en el emplazamiento deberán recibir la formación adecuada en materia de salud y seguridad y procedimientos relacionados con los productos químicos peligrosos y los riesgos físicos y biológicos;
- f) Todos los años se impartirá capacitación en materia de salud y seguridad;
- g) Se vigilarán continuamente los PCB, PCT y PBB para detectar la presencia de estos contaminantes en la atmósfera;

h) Cuando proceda, los trabajadores que tengan acceso al emplazamiento deberán usar mascarillas de protección y cubrir todo el cuerpo con material impermeable (p. ej. monos de trabajo con capucha, caretas de protección, guantes y protectores de calzado o un traje completo cerrado);

i) En todas las zonas que contengan PCB, PCT o PBB se colocarán estuches de limpieza de derrames y materiales de descontaminación personal;

j) Los trabajadores que tengan acceso continuo, o puedan tenerlo, a estos emplazamientos o que trabajen con estas sustancias deberán someterse a revisiones médicas, incluida una revisión médica inicial;

k) Cuando haya que manipular PCB, PCT o PBB en un sistema abierto, o cuando haya motivos para prever que la ropa de protección de un trabajador pueda entrar en contacto con PCB, PCT o PBB, se establecerá una zona de reducción de contaminantes donde los trabajadores puedan ser descontaminados y quitarse el equipo de protección;

l) El PSS y los procedimientos de trabajo generales se deberán revisar al menos una vez al año y modificarse de ser necesario para aumentar la seguridad y la salud en el emplazamiento.

2. Emplazamientos de bajo volumen y baja concentración o situaciones de poco riesgo

97. Las prácticas de salud y seguridad recomendadas que se describen en la sección precedente no se aplican a los lugares que contengan PCB, PCT y/o PBB, o estén contaminados por ellos, en cantidades o concentraciones que no se consideren un peligro grave o crónico para la salud humana y el medio ambiente. Entre las situaciones de bajo volumen, baja concentración o poco riesgo figuran:

a) Aquellas en las que únicamente hay productos o artículos que contengan PCB o estén contaminados con ellos en pequeñas cantidades o bajas concentraciones (p.ej., reactancias que contengan PCB en los dispositivos fluorescentes);

b) Transformadores eléctricos u otro equipo que utilice aceite mineral contaminado con poca cantidad de PCB;

c) Instalaciones que produzcan o liberen en forma no intencional PCB, PCT o PBB en muy bajas concentraciones respecto de los límites de exposición humana;

d) Lugares contaminados con PCB, PCT o PBB de baja concentración o donde la contaminación no pueda entrar en contacto directo con los trabajadores (por ejemplo, hay contaminación subterránea o subacuática y no se está excavando).

98. Pese a estos riesgos mínimos, se deberían adoptar algunas medidas en materia de salud y seguridad para minimizar la exposición, incluida la formación del personal sanitario y de seguridad que probablemente entre en contacto con los PCB, PCT o PBB.

J. Medidas en situaciones de emergencia

99. Se deberían establecer planes de medidas para situaciones de emergencia para los PCB, PBB y PCT que se encuentren en servicio, almacenamiento, transporte y en un emplazamiento de eliminación. En la sección IV.J de las *Directrices técnicas generales* o en el *Manual de capacitación para la preparación de un plan nacional de gestión ambientalmente racional de PCB y equipo contaminado con PCB* (PNUMA, 2003a) figura información adicional sobre planes de medidas para situaciones de emergencia.

K. Participación del público

100. Las Partes en el Convenio de Basilea o en el de Estocolmo deberían instituir un proceso de participación irrestricta del público. En la sección IV.K de las *Directrices técnicas generales* figura información adicional.

Anexo I

Sinónimos y nombres comerciales de los PCB, PCT y PBB

Producto químico	Algunos sinónimos y nombres comerciales ⁸
PCB	Abestol, Aceclor, Adkarel, ALC, Apirolio (Italia), Apirorlio, Arochlor, Arochlors, Aroclor/Arochlor(s) (EE.UU.), Arubren, Asbestol (EE.UU.), Ask/Askarel/Askael, Auxol, Bakola, Biclor, Blacol (Alemania), Biphenyl, Clophen (Alemania), Cloresil, Chlophen, Cloretol, Chlorextol (EE.UU.), Clorofina, Clorinal/Clorinol, bifenilo clorado, Difenilo clorado, clorobifenilo, clorodifenilo, Clorofeno (Polonia), Chlorphen, Chorextol, Chorinol, Clofen/Clophenharz (Alemania), Cloresil, Clorinal, Clorphen, Crophene (Alemania), Decaclorodifenilo, Delofet O-2, Delor (Eslovaquia), Delor/Del (Eslovaquia), Delorene, Delorit, Delotherm, DK/DH (Eslovaquia), Diacolor (EE.UU.), Diarol, Dicolor, Diconal, Disconon, DK (Italia), Ducanol, Duconal, Duconol, Dykanol (EE.UU.), Dyknol, Educarel, EEC-18, Elaol (Alemania), Electrophenyl, Elemex (EE.UU.), Elinol, Eucarel, Euracel, Fenchlor (Italia), Fencolor (Italia), Fenocloro, Gilotherm, Hexol, Hivar, Hydolor, Hydol, Hyrol, Hyvol (EE.UU.), Inclor, Inerteen (EE.UU.), Inertenn, Kanechlor (Japón), Kaneclor, Kennechlor (Japón), Kenneclor, Leromoll, Magvar, MCS 1489, Montar, Nepoli, Nepolin, Niren, NoFlamol, No-Flamol (EE.UU.), Non-Flamol, Olex-sf-d, Orophene, Pheaoclor, Pheneclor, Phenochlor, Fenoclor (Francia), Plastivar, difenilo policlorado, difenilos policlorados, policlorobifenilo, policlorodifenilo, Prodelec, Pydraul, Pyraclor, Pyralene (Francia), Pyranol (EE.UU.), Pyroclor (EE.UU.), Pyroclor, Pyronol, Safe-T-Kuhl, Saft-Kuhl, Saf-T-Kohl, Saf-T-Kuhl (EE.UU.), Santosol, Santotherm (Japón), (Santotherm, Santovac, Santovac, Sat-T-America, Siclonyl, Solvol, Sorol, Soval, Sovol (URSS), Sovtol, Tarnol (Polonia), Terphenychlor, Thermanal, Therminol, Turbinol
PCT	Aroclor (EE.UU.), Clophen Harz (W), Cloresil (A,B,100), Electrophenyl T-50 y T60, Kanechlor KC-C (Japón), Leromoll, Phenoclor, Pydraul
PBB	Adine 0102, BB-9, Berkflam B ₁₀ , Bromkal 80, Firemaster BP-6, Firemaster FF-1, Flammex B-10, hbb, hexabromobifenilo, HFO 101, obb, BB-8

⁸

La lista de nombres comerciales no pretende ser exhaustiva.

Anexo II

Bibliografía

AMAP (Arctic Monitoring y Assessment Programme). 2000. *Multilateral co-operative project on phase-out of PCB use and management of PCB-contaminated wastes in the Russian Federation – Phase I: Arctic Monitoring and Assessment Programme*. Oslo, Noruega.

Organismo Estatal de China para la Protección del Medio Ambiente. 2002. *Terms of reference: Development of a PCB inventory methodology and a draft strategy on PCB reduction and disposal in China (draft)*. Documento preparado para el Banco Mundial. Beijing (China).

Environment Canada. 1988. *Polychlorinated biphenyls (PCB) – Fate and effects in the Canadian environment*. Environment Canada report EPS 4/HA/2, Mayo de 1988.

Holoubek, I. 2000. *Polychlorinated biphenyls (PCB) world-wide contaminated sites*. Descargado de <http://www.recetox.chemi.muni.cz/PCB/content173.htm>.

OMI (Organización Marítima Internacional). 2002. *Código Internacional Marítimo de Mercancías Peligosas*. Disponible en www.imo.org.

IPCS (Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas). 1992. *Criterios de Salud Ambiental 140: bifenilos policlorados y terfenilos policlorados*. Publicado por el PNUMA, la OIT y la OMS, Ginebra.

IPCS (Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas). 1994. *Criterios de Salud Ambiental 152: bifenilos polibromados*. Publicado por el PNUMA, la OIT y la OMS, Ginebra.

Jensen, A.A. y K.F. Jørgensen. 1983. *Polychlorinated terphenyls (PCT) uses, levels and biological effects*. *Sci. Total Environ.* 27:231–250.

Lassen, C., S. Løkke y L.I. Andersen. 1999. *Brominated flame retardants – substance flow analysis and assessment of alternatives*. Environmental Project No. 494, Danish EPA, Copenhagen. Disponible en www.mst.dk/udgiv/Publications/1999/87-7909-416-3/html/default_eng.htm.

CEPE (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa). 2002. *Report on production and use of PCT (proyecto)*. Preparado por el Grupo de Expertos de la CEPE sobre COP.

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 1995a. *Manual para la Aplicación del Convenio de Basilea*. Disponible en www.basel.int.

12-PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 1999. *Guidelines for the identification of PCBs and materials containing PCBs*. Disponible en www.chem.unep.ch.

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2003a. *Manual de capacitación para la preparación de un plan nacional de gestión ambientalmente racional de PCB y equipo contaminado con PCB*. Disponible en www.basel.int.

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2003b. *Guía provisional para el desarrollo de un plan nacional de aplicación del Convenio de Estocolmo*. Disponible en www.pops.int.